

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE BELLAS ARTES**

**Departamento de Escultura**



**TESIS DOCTORAL**

**Virtualidad y creatividad escultórica**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

**Pedro Juan Sánchez Bermejo**

Director:

**Rodolfo Conesa Bermejo**

**Madrid, 2011**

ISBN: 978-84-695-0332-4

© Pedro Juan Sánchez Bermejo, 2011

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE BELLAS ARTES  
DEPARTAMENTO DE ESCULTURA



## VIRTUALIDAD Y CREATIVIDAD ESCULTÓRICA

TESIS DOCTORAL

Autor: Pedro Juan Sánchez Bermejo  
Director: Dr. Rodolfo Conesa Bermejo

Madrid, 2011



A Alex y Nerea, ojala sepa transmitirlos la fuerza que  
yo tuve que descubrir "*alone in the dark*".





### **Agradecimientos**

Mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que, de un modo u otro, positiva o negativamente, consciente o inconscientemente, han participado en constituirme como soy. Con mis virtudes y defectos, con mis conocimientos e ingnorancias, con mis frustraciones y deseos, con mis alegrías y mis penas. Sin ese bagaje, sin esas experiencias, no sería quien soy, y nunca hubiera germinado en mí la idea de escribir una tesis.

Quiero dar las gracias a mis padres que, pese a los disgustos que les he dado, siempre han estado ahí. Yo no elegí ser lobo estepario.

Especialmente quiero agradecer al Dr. Rodolfo Conesa Bermejo la paciencia, el esfuerzo, la dedicación, los consejos y la motivación constante que me ha brindado en la dirección de esta tesis.

Y, finalmente, a todas aquellas personas que un día lean esta tesis. Todo está relacionado, interconectado. Todo lo que hacemos, vemos, oímos, leemos y percibimos nos influye de una u otra forma e influye en los demás. Ojalá esta idea sea el germen para constituir un mundo mejor.



# INDICE

<b>Introducción .....</b>	<b>11</b>
A. Explorando una nueva realidad.....	21
B. El mundo del siglo XXI .....	23
C. La situación actual .....	24
 <b>1. Primera parte: Analógico vs digital.....</b>	<b>27</b>
1.1. Analógico vs Digital .....	27
1.2. La digitalización como concepto.....	28
1.3. Digital vs Virtual.....	30
1.4. Lo virtual como concepto .....	32
 <b>2. Segunda parte: Sociedad y conocimiento .....</b>	<b>43</b>
2.1. La sociedad actual .....	44
2.1.1. La sociedad del conocimiento.....	47
2.1.2. La producción del conocimiento .....	52
2.1.3. Paradigma educativo actual. El Conductismo .....	55
2.2. Nuevos paradigmas educativos.....	57
2.2.1. La nueva gestión del conocimiento .....	60
2.2.2. La nueva producción del conocimiento.....	66
2.2.3. Nuevo paradigma educativo. El constructivismo.....	72
 <b>3. Tercera parte: Evolución de la informática hasta la aparición de las herramientas     digitales susceptibles de ser empleadas por un escultor .....</b>	<b>77</b>
3.1. Hardware .....	79
3.2. Software .....	83
3.3. CAD-CAM.....	84
3.4. CNC y PR.....	87
3.5. Técnicas digitales susceptibles de ser empleadas por la escultura .....	91
3.5.1. Aplicaciones digitales para la creación .....	96
3.5.2. Técnicas de producción digital.....	122



<b>4. Cuarta parte: Situación de la escultura actual.....</b>	<b>131</b>
4.1. Realizaciones y realizadores.....	131
4.1.1. La Escultura blanda.....	145
4.1.2. La estereolitografía.....	148
4.1.3. El sinterizado láser.....	151
4.1.4. La Holografía.....	156
4.1.5. Videoescultura.....	162
4.1.6. El Láser .....	168
4.1.7. Bioescultura.....	169
4.1.8. Escultura cinética .....	173
4.1.9. Otras manifestaciones escultóricas actuales desarrolladas a partir de conceptos y procesos digitales .....	175
4.2. La enseñanza de la escultura.....	200
4.2.1. Actualmente .....	203
4.2.2. ¿Qué propone el EEES?.....	208
 <b>5. Quinta parte: Nuevo planteamiento: La virtualidad como espacio de la escultura</b>	<b>217</b>
5.1. Concepto de Espacio.....	218
5.2. Concepto de Tiempo.....	230
5.3. La transformación del espacio físico .....	238
5.4. Espacio físico y Espacio virtual.....	241
5.5. La virtualidad como espacio de la escultura .....	247
5.5.1. Virtualidad, Transversalidad y Transdisciplinaridad .....	260
5.6. Evolución de la representación tridimensional .....	263
 <b>6. Sexta parte: Nuevo paradigma metodológico en la enseñanza de la escultura     mediante técnicas virtuales .....</b>	<b>279</b>
6.1. Conductismo frente a Constructivismo .....	281
6.2. Situación de las BB.AA. actualmente.....	297
6.3. Aspectos ontológicos.....	309
 <b>7. Conclusiones .....</b>	<b>315</b>
 <b>8. Fuentes de Información .....</b>	<b>329</b>
8.1 Bibliográfica.....	329
8.2 Revistas y publicaciones.....	333
8.3 Direcciones de Internet .....	334
8.4 Relación de ilustraciones.....	336
8.5 Glosario .....	340



## Introducción

*"Treinta radios se unen en el centro;  
Gracias al agujero podemos usar la rueda.  
El barro se modela en forma de vasija;  
es el espacio vacío de su interior el que le da su utilidad.  
Se levantan muros en toda la tierra;  
Gracias a las puertas se puede usar la casa.  
Así, mientras que lo tangible tiene ventajas,  
Es de lo intangible de donde proviene lo útil. "*

Lao Tse. Tao Te King. (Canto 11).

A principios de la década de los 90, cuando aún no había terminado mis estudios en la facultad de Bellas Artes, comencé a impartir clases de algunos programas informáticos relacionados con el diseño gráfico y con el diseño industrial.

Ya por entonces, me parecía que esos dibujos y diseños adolecían de algo que les diera realmente la apariencia de algo real: la tridimensionalidad. Me atraía la idea de cómo poder representar esos objetos desde todas sus vistas posibles, de cómo se podrían ir girando en la pantalla para poder percibir todas sus caras, así como sus posibles aplicaciones en el terreno de la escultura. Si, con los sistemas de



acotación y representación se podía “crear” una idea de cómo “funcionarían” esos objetos en la realidad, pero seguían precisando de un esfuerzo mental importante por parte de la persona que los veían para representarse las formas desde todas sus caras posibles.

Me di cuenta que la mayor dificultad a la que se enfrentaban mis alumnos era esa: la capacidad de representar espacialmente el objeto en su mente. El cómo pasar de una superficie bidimensional y plana a otra tridimensional, y no las habilidades para manejar esos programas con mayor o menor facilidad. El problema era el mismo al que se enfrentaba el estudiante de Bellas Artes cuando pretendía pasar del dibujo bidimensional al volumen. Desde ese momento me interesé por las aplicaciones que podrían tener esos programas para diseñar y elaborar una escultura.

Desde aquel día las cosas han cambiado mucho, sobretodo al nivel de tecnologías digitales, pero también a otros niveles, tanto perceptivos como conceptuales. ¿Los problemas a los que nos enfrentamos ahora son los mismos de siempre?, ¿Podemos realmente modelar o tallar digitalmente?, ¿Representan las técnicas digitales una opción creativa para el escultor?, ¿Están representadas convenientemente en el currículo universitario?, ¿Reune ese currículo las competencias que el sector laboral y empresarial actualmente demanda de un titulado en Bellas Artes?, ¿Es posible crear una escultura totalmente digital?

En ese contexto se encuadra este trabajo. En identificar y analizar los unos y los otros. En responder esas y otras cuestiones. Asumo este reto convencido de que investigar es inventar uno mismo las herramientas y los procesos para abordar el problema que se plantea.

Este trabajo se presenta en siete partes. En la primera parte trato de establecer un punto de partida: La definición de los términos que constituyen la estructura de este escrito. En acotar y establecer una definición válida para los términos digitales que se tratarán en el resto del texto, dado el contexto de ambigüedad en el que nos desenvolvemos siempre al utilizar términos modernos. Se hace énfasis especial en distinguir los conceptos de "digital" y "virtual", ya que actualmente se utilizan de forma arbitraria, indistintamente y para definir las mismas cosas.

En la segunda parte me centro en establecer las bases conceptuales en las que actualmente se desenvuelve la sociedad. En los paradigmas actualmente en uso o en cómo está evolucionando esa sociedad denominada "del conocimiento". En ese proceso descubriremos que los conceptos y métodos asumidos por todos como base del conocimiento, ya no son tales. Que la sociedad ha evolucionado y con ella las personas que la constituyen y sus formas de comunicarse y entender el mundo, por lo tanto de percibirlo. Eso supone un cambio profundo en las ideologías, tanto en los procesos como en las formas de generar ese conocimiento y como transmitirlo. En ese contexto, se analizan dos de las teorías psicológicas vinculadas a la educación, y su grado de idoneidad respecto a los cambios antes expuestos.

La tercera parte tiene un carácter más analítico, intentando definir cada uno de los elementos que pueden verse implicados o ser utilizados como herramientas para la escultura, situando cada uno de ellos en su contexto de tecnología informática y las nuevas tecnologías. Tanto a nivel del hardware como de software, detallándose los hitos más importantes en este sentido. Posteriormente, se detallan qué técnicas y procesos digitales y virtuales son aplicables al campo de la escultura, tanto en el aspecto creativo como en el productivo.

Tras este análisis, el cuarto capítulo se divide en dos partes: En la primera, se analizan numerosos ejemplos de artistas y obras realizadas con esas técnicas y/o procesos. La recopilación no pretende ser exhaustiva, ni categórica. La elección de estos artistas concretos, y no otros, se debe exclusivamente a un criterio totalmente personal. Supone un breviario de lo que ahora mismo se está haciendo en el terreno de la escultura digital y hacia donde parece que nos dirigimos; En la segunda parte, se trata de situar la enseñanza de la escultura en el contexto de la sociedad, y se hace un repaso de las principales características que propone el Espacio Europeo de Enseñanza Superior.

La quinta parte es una reflexión sobre los cambios conceptuales y formales que se producirán y se están produciendo en el terreno de la escultura a raíz del empleo de las tecnologías digitales. Dado el carácter subjetivo de esas concepciones, en primer lugar se repasan las diferentes concepciones que han existido en la historia sobre los conceptos de espacio y tiempo. No se pretende ligar estas concepciones únicamente al campo de la escultura, sino que se hace una proyección en distintos campos creativos. Tras lo cual, se establecen las bases de diferenciación entre los espacios físicos y virtuales, definiendo las aportaciones y características principales de cada una.

En la sexta parte está formada por una reflexión en torno a los cambios que se están produciendo en la sociedad, en las diferentes demandas de los sectores productivos y de los propios alumnos. Se realiza un directorio de las profesiones en las que se están demandando titulados en Bellas Artes, junto con las competencias que deberían abordarse en su formación. Tras ello, se analiza el grado de implementación de esas competencias en el sistema educativo y se proponen estrategias para lograrlo. A raíz de esa reflexión, inicio un estudio de hacia donde parece que nos encaminamos.

En la séptima parte, las conclusiones, paso sintetizar todo el proceso: Si estas herramientas son realmente susceptibles de ser empleadas por escultor; el por qué pueden estar utilizándose estas tecnologías correctamente o no; los cambios sociales que demandan nuevas profesiones; los que demanda el Tratado de Bolonia; o de cómo podrían transformarse las enseñanzas artísticas para dar respuesta a todas esas necesidades y enriquecerse creativamente con la asimilación de estas técnicas virtuales.

En el apartado número ocho, las Fuentes de información, está integrado por: la Bibliografía, las revistas y publicaciones consultadas, unas direcciones web de interés, el listado con la relación de ilustraciones empleadas y el Glosario de términos tecnológicos e informáticos. Éste, no está formado únicamente por las definiciones de los términos que aparecen en este trabajo, sino que pretenden constituir un compendio básico de estas terminologías, tanto para la mejor comprensión de este texto, como de estos conceptos de los que se trata de manera genérica. Para identificar, dentro del texto, las palabras incluidas en el glosario, se han marcado éstas en color azul. Se ha intentado no marcarlas todas las veces que aparecen, ni que se junten muchas palabras azules en una misma página. En ese caso, se marca en azul la siguiente vez que aparezca. Se intenta con este procedimiento no interrumpir demasiado el discurso principal.

Nos guste o no, vivimos inmersos en una sociedad dominada por la tecnología, las comunicaciones y el tratamiento de la información. A algunos les gusta llamarla "Sociedad de la información", pero lo cierto es que cada día dominan un poco más nuestras actividades diarias. Puede que algunos consideremos una bella utopía una sociedad sin móviles, sin televisiones, sin ordenadores, sin vehículos a motor o moneda, pero no deja de ser eso, una utopía casi inimaginable. Una sociedad que calificaríamos fácilmente como obsoleta.

Lo más sorprendente de todo es la facilidad con la que lo está haciendo, es decir, casi sin darnos cuenta hemos pasado de una sociedad que utilizaba la informática a nivel industrial y laboral, a la actual en la que cualquier persona puede comunicarse o enviar información a cualquier punto del planeta a cualquier hora. Arno Penzias, premio nobel de física y uno de los mayores teóricos de la era digital, decía:

*"En la mayoría de los casos la presencia de los ordenadores se nota mucho menos que su ocasional ausencia" <sup>1</sup>*

Desde que nos despertamos hasta que nos acostamos, nos acompaña algún objeto o instrumento relacionado con la tecnología y la información, sea el despertador, la radio, el teléfono móvil, el vehículo, el ordenador, el cajero automático, las videoconsolas, el correo electrónico, las fotografías digitales, etc. Los ordenadores han rebasado los roles de procesadores de texto o de cálculo para los que inicialmente

---

<sup>1</sup> PENZIAS, Arno. "Ideas e Información. La gestión en un mundo de alta tecnología". Ed. Fundesco. 1990. Madrid. (pág. 25).

fueron ideados. Unidos a los sistemas de comunicación que permiten conectar dos puntos a una distancia considerable, implican un cambio radical a cómo hacíamos las cosas pocos años atrás, suponen un gran impacto en la vida cotidiana de los seres humanos y están cambiando algunos de nuestros hábitos.

Tanto es así, que incluso llegan a suplantar y sustituir los sistemas tradicionales de observación, análisis y detención. Por poner un ejemplo, más cercano a nuestros intereses: la interpretación de imágenes. Al principio de la era moderna el único sistema para poder conocer e identificar los elementos de una región geográfica era la exploración física y la elaboración de dibujos y mapas detallados. Estaba sujeta a la destreza con la que el ilustrador conseguía reproducir los objetos, pero resultaba parcial y relativa, y perdía su fidelidad cuando se trataba de unificar grandes extensiones. Hoy, esa exploración se ha sustituido por modernos y potentes sistemas fotográficos que recorren una región desde miles de metros de altura consiguiendo una fidelidad y exactitud centenares de veces más precisa que la propia exploración física del lugar.

La tecnología es tal, que incluso los sistemas informáticos se encargan de interpretar y clasificar los distintos elementos que conforman la imagen en función del contraste, la radiación, el color, etc. Discriminando así si se trata de montañas, ríos o valles. Llegando incluso a la predicción de fenómenos meteorológicos y sísmicos, la prevención de incendios forestales, o la representación de lejanas galaxias y constelaciones, o la de petróleo u otros minerales en el subsuelo. En el campo médico, contrastes similares ayudan a interpretar los distintos órganos y fluidos, a establecer diagnósticos y tratamientos.

Estamos hablando no de fotografía como tal, en la que la materia prima es la luz, sino de la elaboración de imágenes a través de medios no visuales como los sensores espectrales electrónicos.

Las tecnologías y los dispositivos que nos permiten generar imágenes digitales pueden ser muy diferentes, algunos ejemplos:

- Imágenes de luz visible, capturada por cámaras fotográficas, de tv, o video.
- Imágenes mediante radiación de luz ultravioleta, como los espectrogramas.
- Imágenes mediante radiación infrarroja, para la visión nocturna.
- Imágenes por campos magnéticos, como la resonancia magnética o el TAC.
- Imágenes por ultrasonidos, como las ecografías.
- Imágenes por radiación, como los rayos X de las radiografías.
- Imágenes por impulsos eléctricos, los electrocardiogramas.
- Imágenes por isótopos radioactivos, empleados en las tomografías.

El color, la propiedad más importante de la percepción visual humana, está asociada a la capacidad de los objetos de reflejar ondas electromagnéticas de distinta longitud de onda. Junto con el **brillo** – como de claro u oscuro es un color-, tono –la escala resultante de un color mezclado con otro- y saturación –la pureza o intensidad de un

color concreto-, conforman los pilares sobre los que nuestro cerebro "ve" y procesa la información proveniente del mundo. Estas propiedades son interpretadas por estas herramientas digitales, permitiéndonos adquirir información sobre objetos inaccesibles por su lejanía o por ser imperceptibles para nuestro ojo. Esta capacidad se denomina teledetección o Percepción remota.

¿Qué conclusión podemos sacar de todo esto? Que las herramientas digitales constituyen una fuente intangible y supra-perceptiva, desde la perspectiva que con nuestros cinco sentidos no podemos captarlas, pero que gracias a ellas conseguimos representar y hacer visible un mundo que no vemos.

Pero su intangibilidad también es aceptada como fuente de verdad como lo fue la fotografía tradicional desde su creación. Hoy nadie dudaría de lo que muestra una radiografía son nuestros propios huesos o del color con la que ha sido fotografiada y representada una lejana galaxia. Lo más sorprendente de todo, es la facilidad y sutileza con la que la tecnología se han introducido en los quehaceres habituales de nuestras vidas.

Esta revolución no es ajena al campo de las artes, ni al de la escultura en concreto. Las técnicas digitales han permitido que las reproducciones de los objetos artísticos se generalicen y popularicen. Hoy nos parece de lo más habitual y vulgar buscar una imagen del David de Miguel Ángel a través de [Internet](#). Pero hace tan sólo 15 años conseguir esa fotografía requería comprar una reproducción de la misma o, de una manera no tan legal, fotocopiarla o buscarla en un libro de una biblioteca.

Hoy es habitual utilizar un escáner 3D para digitalizar un boceto, para probar cómo funciona con un material u otro, un color u otro, buscar el mejor entorno, o definir la ubicación de la pieza en un espacio dado.



Hay quien piensa que las formas generadas mediante herramientas digitales se parecen todas un poco, como si con las herramientas sólo se pudieran generar cierto tipo de formas. Aquí nos encontramos con alguno de los problemas que plantean estas tecnologías, pero sobre estos argumentos ya los trataré en las conclusiones de este trabajo. Rudolf Arheim decía:

*“La forma no viene determinada sólo por las propiedades físicas del material, sino también por el estilo de representación de una cultura o de un artista concreto.”* <sup>2</sup>

Y Theodor W. Adorno apunto algo parecido al afirmar:

*“Los materiales y los objetos están preformados histórica y socialmente, igual que sus procedimientos, y se transforman decisivamente mediante lo que les sucede a las obras.”* <sup>3</sup>

Simplemente destacar el hecho de que es posible pensar que una nueva técnica o proceso puede tener un número finito de formas posibles por generar. Que vienen determinados o sugeridos tanto por el material como por el estilo. Pero que este proceso no siempre es así y que ciertas obras significativas suponen un antes y un después tanto en el tratamiento como en la interpretación posterior de las obras artísticas. En las conclusiones se retomará esta idea.

---

<sup>2</sup> ARNHEIM, Rudolf. “Arte y percepción visual”. Ed. Alianza, Madrid, 1999. (pág. 109).

<sup>3</sup> ADORNO, Theodor W. “Teoría estética”. Ed Akal, Madrid, 2004. (pág. 125).

### A. Explorando una nueva realidad

Hace tan sólo 20 años nuestra relación con las máquinas y la tecnología era directa: los **ordenadores** se utilizaban principalmente para procesos de cálculo; para redactar un documento utilizábamos máquinas de escribir en las que cualquier corrección o cambio nos obligaba a empezar de nuevo; a los relojes de pulsera había que darles cuerda para que siguieran funcionando; y los teléfonos eran fijos, “alámbricos”, término que hoy nos resulta extraño, tan acostumbrados como estamos a lo “inalámbrico”. La tecnología como tal, se empleaba casi exclusivamente a nivel profesional e industrial.

Con la proliferación de los **ordenadores** y especialmente de las redes de comunicación como **internet**, esta tecnología pasó del ámbito profesional, a instaurarse en nuestra vida cotidiana de manera permanente. El incremento en su demanda y los avances técnicos, provocó que evolucionaran rápidamente, convergiendo en ella tecnologías y formatos expresivos que hasta entonces se desarrollaban en plataformas diferentes (video, música, texto, imágenes, animación, etc.) surgiendo así nuevos contenidos, nuevos formatos, como los contenidos que ahora denominamos “**multimedia**”.

A día de hoy, los ordenadores, y la tecnología digital, están en todas partes en forma de cámaras, **GPS**, teléfonos móviles, ordenadores, ebooks, televisores, cine en 3D, etc. La interacción con las máquinas -la **usabilidad** ahora conocida como “la experiencia de **usuario**”- cobró una importancia determinante. Hasta el punto de llegar a generar comportamientos y acciones “inteligentes” que, siendo transparentes para el usuario, simplifican su uso.

La tecnología ya no nos ahoga como pasaba al principio con tanta proliferación y tan poca experiencia en su manejo. Teníamos que aprender a manejarlas, memorizar la diversas combinaciones de teclas y

situaciones interpretando sus ininteligibles manuales de instrucciones. Ahora, esa experiencia comienza a ser casi automática. En pocos minutos conseguimos dominarlas, aunque para ello tengan que intervenir nuestros hijos o familiares más pequeños, habituados a estas tecnologías y que no conocieron ese otro tiempo en el que sólo existían las máquinas. Aquellas máquinas que, mecánicamente, repetían una y otra vez la misma función. Extensiones de nuestros propios miembros, que hacían el trabajo que por fuerza, rapidez o precisión no éramos capaces de hacer. El **ordenador** NO piensa, pero puede simular nuestros pensamientos; NO siente, pero puede simular nuestras emociones.

Pero no sólo se trata de la proliferación de la **informática** o la electrónica. Las nuevas redes de comunicación -como las que crea **internet**- generan nuevas formas de manipular la información, de comunicarla, modificarla y transmitirla. En este nuevo escenario, el dominio de las técnicas digitales es un bien intangible que comienza a demandarse y valorarse.

Es más, la integración de todos esos formatos expresivos antes mencionados en un mismo proceso, con todas las implicaciones técnicas, logísticas y artísticas que suponen, demandan de un grado de especialización tan alto que provoca la necesidad de constituir equipos de trabajo interdisciplinares, interviniendo así artistas, ingenieros, programadores, etc.

Las técnicas digitales suponen una revolución con respecto a las que originaron la implantación de otras tecnologías como la imprenta (más adelante se tratará este cambio específicamente). Implican, por ejemplo, un cambio en la estructura social, en las relaciones entre personas, en el manejo y tratamiento de la información y en su transmisión y difusión. Crea nuevos entornos humanos y artificiales.

Es por ello que la interacción entre la realidad y el mundo **virtual** se ha convertido en un desafío muy importante con amplias repercusiones en la cultura. La tecnología no sólo avanza funcionalmente, sino que incluye factores emocionales. La interactividad que ofrecen los nuevos medios permite modificar la pasividad del espectador para otorgarle un papel activo, participativo, determinante en la percepción completa de la obra así concebida.

Es evidente que la irrupción en nuestras vidas de toda esta información supone un modo diferente de ver y percibir la realidad y, por lo tanto, de interpretarla y procesarla. Implican un cambio de mentalidad, un cambio conceptual que supone una revolución. Una revolución lenta y silenciosa, pero irreversible y con resultados que ni siquiera somos capaces de intuir. Nuestra realidad es ya una realidad dual.

## **B. El mundo del siglo XXI**

La sociedad, los valores, la cultura, la organización social, el mercado tal y como los entendíamos a finales del s.XX ha cambiado. La tecnología está en continua renovación; el saber se genera vertiginosamente, en múltiples entornos, y es rápidamente suplantado; la competencia ha aumentado; las comunicaciones tienden a la globalización; se ofertan puestos de trabajos en los que priman habilidades de tipo intelectual más que manual, etc. Nuestra sociedad cambia y se renueva continuamente, y seguirá haciéndolo.

La forma en la que se produce el conocimiento también está cambiando: El aumento del comercio global, la mayor demanda de conocimiento y su difusión, la diversificación de funciones, la continua subdivisión del conocimiento cada vez más compleja y sofisticada, etc. suponen un desafío muy importante.

Sin olvidar que existen cuestiones, retos, problemas aún no resueltos que cada día que pasa resultan más acuciantes. Necesitamos personas preparadas para afrontarlos. Esto nos obliga a estar continuamente adquiriendo las habilidades y los conocimientos para poder buscar, encontrar, procesar y analizar la información que necesitamos. Para poder adaptarnos a dichos cambios y participar creativamente en la sociedad.

En este contexto, la educación cobra una importancia fundamental. Requerimos más formación, más especializada y actualizada. Nuestro desarrollo personal y social, nuestra estabilidad, depende en gran medida de ello. En este mundo cambiante de principios de siglo, los paradigmas educativos también se están transformando.

### **C. La situación actual**

La sociedad cambia, la forma de generar el conocimiento cambia, los paradigmas educativos están cambiando. La rapidez con que se están produciendo estos acontecimientos supera ya nuestra capacidad de absorción. Se hace perentorio conocer las repercusiones que pueda tener esta realidad en el terreno del arte, y en el de la escultura en particular, estableciendo un punto de partida para futuras interacciones.

Frente a la formación vinculada a un sólo periodo formativo o una institución determinada, en la que la transmisión de conocimientos era fragmentada y poco personalizada, surge la necesidad de constituir una base sobre la que esas personas inicien esa búsqueda personal de conocimiento. El sistema educativo debe facilitar las herramientas y técnicas de trabajo necesarias que permitan al alumno acceder a la información que circula en la sociedad del conocimiento y utilizar los

recursos disponibles para llevar a cabo esa búsqueda hacía el aprendizaje por sí mismos. Es por ello que el dominio de la tecnología de la información constituye una de las herramientas más importantes para esa tarea. Identificar las técnicas, los programas, y los procesos susceptibles de ser empleadas por un escultor, es un objetivo fundamental en este proceso.

La sociedad se ha tecnificado, es más compleja y rica, con más oportunidades y áreas para el desarrollo personal y colectivo. Pero para estar a la altura de estos acontecimientos, los individuos deben estar muchos más preparados, con saberes nuevos, en continua evolución. Esto mismo nos sucede a los escultores. Somos mucho más sensibles a los avances técnicos, a las inquietudes sociales y personales, a todo aquello que acontece en la sociedad. Es por ello que el conocimiento de las técnicas, ya sean digitales o analógicas, que puedan contribuir a expresarnos mejor, de una manera diferente, utilizando nuevos materiales, aquello que nos permita interactuar con el entorno físico o psíquico, a usar un lenguaje novedoso, o nos ayude a experimentar nuevos campos, constituye la meta de cualquier artista involucrado con su tiempo.



## 1. Primera parte: Analógico vs digital

### 1.1. Analógico vs Digital

Si de algo podemos estar completamente seguros sobre el futuro, es que la influencia de la tecnología, especialmente la tecnología digital, continuará creciendo y creciendo, lo que provocará un cambio profundo en la forma con la que nos expresamos nosotros mismos, cómo nos comunicamos los unos con los otros y en la manera en que percibimos, pensamos e interactuamos con nuestro mundo.

Como decía Pierre Lévy: "La evolución cultural va más rápido que la evolución biológica" <sup>4</sup>. Los cambios que se están produciendo en la sociedad son asimilados con cierta lentitud por los miembros de esa misma sociedad. Estos desajustes provocan confusiones, conflictos. Un ejemplo de esto es la asimilación de conceptos y términos relacionados con la tecnología. Términos cuya definición y uso aún no existe, y son creados paulatinamente por las personas que las utilizan. Por ejemplo: "digital" y "virtual" son usados indiscriminadamente para expresar todo lo nuevo, tecnológicamente avanzado o moderno. Utilizando ambos términos indistintamente para expresar lo mismo.

En el caso de estos dos términos, la distinción y acotación de sus significados resulta crucial para entender el ámbito de esta tesis y el razonamiento que la acompaña.

---

<sup>4</sup> LÉVY, Pierre. "¿Qué es lo virtual?". Barcelona, Ed. Paidós, 1999. (pág. 57).



## 1.2. La digitalización como concepto

El término “digitalización” aún no está incluido en el diccionario de la lengua española. Pero podemos extraer su significado partiendo de lo que entendemos por digitalizar, es decir, la acción de convertir cualquier tipo de información en dígitos o datos computables. Esos datos se convierten a un sistema binario, que es el que entienden los ordenadores, de valor positivo o negativo (1 y 0, respectivamente), que en realidad son impulsos eléctricos, es decir, se produce un impulso o no.

De una o de otra forma, sean los números que utilizan las máquinas o las ideas que utilizamos los humanos, no dejan de ser símbolos, conjuntos de información. Como decía Arno Penzias:

*“Todo uso de información depende de símbolos (...) Los símbolos representan ideas, condiciones, cualidades y otras abstracciones. Considerados individualmente y en grupos, constituyen la materia prima que usan las personas y los ordenadores para obtener la información.”<sup>5</sup>*

La palabra “digital” proviene de dígito, como unidad alfanumérica, que deriva del latín *digitus*, “dedo” (quizás por ser la ayuda más común para ayudarnos a contar). Simplificando, puede entenderse por “digitalizar” representar mediante números, y “digital” representado mediante números.

---

<sup>5</sup> PENZIAS, Arno. *“Ideas e Información. La gestión en un mundo de alta tecnología”*. Madrid, Ed. Fundesco, 1990. (pág. 35).

Pero... ¿porque hablamos de representar mediante números? Si pretendemos centrarnos en un objeto artístico como una escultura ¿para qué referirnos a los números? ¿Dónde están esos números que nosotros no vemos? La única razón es que los [ordenadores](#) convierten cada carácter o cada característica o propiedad de un objeto en un número o una secuencia de números según ciertas reglas y claves lógicas. Cada signo del alfabeto, cada color, cada imagen, cada sonido debe convertirla en una secuencia de números.

Los ordenadores usan grupos de ocho dígitos binarios, llamados [octetos](#) o [bytes](#), que comprenden los números del 0 al 255. Para las máquinas, todo son números, no entienden de nada más que de números. Esa información, del tipo que sea, que hemos digitalizado ahora es susceptible de poder ser tratada, copiada, procesada y distribuida.

Pero la [digitalización](#) no es sólo la transformación de unos datos en ceros y unos sino que, a través de diversas tecnologías como [Internet](#), la red pública digital global, la digitalización libera a la información de los contenedores físicos tradicionales (desde el papel hasta el resto de los soportes), es decir, de su masa. Además, el acceso a esa información se puede realizar desde cualquier lugar del mundo y en cualquier momento, por lo que también nos liberamos de las restricciones de espacio y del tiempo. En esto radica una de las principales características de la digitalización y las técnicas digitales para modificar la forma en la que interactuamos y percibimos el mundo y, por tanto, para cambiar cómo funciona.

### 1.3. Digital vs Virtual

Hemos hablado de la [digitalización](#), en qué consiste y cómo se realiza. Pero ya hemos dicho que existen términos que se utilizan en los mismos contextos que digital, con frecuencia indistintamente y con diversas acepciones. Uno de ellos es "virtual". Como ya se apuntó anteriormente, las diferencias en la interpretación de estos dos términos tienen una importancia decisiva para este trabajo.

Existe una gran confusión, incluso ambigüedad, al referirnos a ellos. Son empleados frecuentemente para inculcar un carácter de innovación o modernidad a cualquier temática. Muchas veces se utilizan en un mismo sentido, como complemento o incluso como sustituto una de otra. Es evidente que esta profusión en su uso no sólo se debe a su carácter novedoso, sino también denota un interés, una inquietud, una necesidad de adjetivar muchas de las situaciones que hoy se nos presentan y que requieren una definición que, con el lenguaje que hasta ahora hemos empleado, resulta escaso.

Los desarrollos tecnológicos en el campo de la [informática](#) y las comunicaciones han provocado un uso demasiado frecuente de ambos términos. El rápido crecimiento de la tecnología no es parejo al del lenguaje que empleamos para definirlo. Muchas veces "lo [virtual](#)" tiene connotaciones digitales. Pero "lo virtual" va más allá. Para aproximarnos a sus diferencias, voy a utilizar una de las manifestaciones más extendidas y reconocidas del término. Usado y reutilizado, sobrevalorado, profético, onírico y desgastado: "La [Realidad virtual](#)".

Lo que todos pensamos en primer lugar al escuchar esta palabra hace referencia a un conjunto de dispositivos electrónicos ([hardware](#) y [software](#)) que pueden ejercer ciertos estímulos sobre los sentidos de una persona con el fin de provocar en ella una sensación de realidad inexistente, es decir, simular una realidad mediante elementos tecnológicos.

Si exportamos esta imagen, esta significación del término, a otros muchos contextos con el objetivo de expresar la sustitución de un elemento físico por otro que lo simula, llegamos a una definición muy exacta de lo que significa "virtual". A raíz de ahí surgen expresiones como cajero virtual, museo virtual, biblioteca virtual, aula virtual, etc. que hacen referencia a la posibilidad de desempeñar ciertas actividades reales, que usualmente se realizan en un entorno físico y presencial, en otro simulado pero igual de funcional.

Este concepto de virtualidad implica el uso de un artificio que simula la existencia de objetos o hechos -reales o ficticios- y la presencia de personas -también reales o ficticias- en esos lugares y situaciones simuladas, en los que se pueden realizar actividades que, aunque simuladas, pueden tener su reflejo en la vida real. En este sentido, podríamos clasificar los entornos virtuales en dos grandes grupos:

- Simulación virtual: Que engloba los sistemas que procuran dar una ilusión lo más convincente posible de inmersión dentro de un mundo sintético e irreal, como los simuladores de vuelo, de cirugía o los entornos de los actuales videojuegos.
- Representación virtual: Los sistemas que representan situaciones reales, alejadas o inaccesibles para nosotros, como las aplicaciones de exploración médica (tomografía axial computarizada "TAC", resonancia magnética), educación a distancia (aulas virtuales), bibliotecas virtuales, etc.

Actualmente, son varios los medios técnicos que posibilitan la creación de entornos virtuales: Las [computadoras](#), [Internet](#), los videojuegos, la [realidad aumentada](#), etc. Todos ellos tienen sus implicaciones para la escultura. Iremos tratando todos ellos a medida que se avanza en la exposición.

En el inicio de este capítulo exponía la confusión que existía entre los términos “virtual” y “digital”. Ambos hacen referencia a entornos no físicos, inmateriales, pero con connotaciones diferentes. Lo digital se refiere a un formato de información. Un objeto digitalizado es un objeto que ha perdido su materialidad, su tangibilidad, transformándose en dígitos o datos computables. Estos pueden ser modificables o estáticos (p.e. imágenes vectoriales o mapas de [bits](#)) en función de una tipología concreta y suelen ser bidimensionales. Un ejemplo de un objeto digital sería una fotografía tomada con una cámara digital de una escultura (sea física o inmaterial).

Lo virtual hace referencia a la falta de restricciones espaciales y temporales para interactuar con unos objetos, en un entorno tridimensional real o imaginario. Por poner un ejemplo escultórico diríamos que lo virtual nos permite movernos en torno a un objeto sin necesidad de desplazarnos físicamente y, sobretodo, a la posibilidad de interactuar con ese objeto, es decir, la posibilidad de modificar el espacio en torno a ese objeto sin las restricciones impuestas por la materia física. La misma escultura del ejemplo anterior, pero con la posibilidad de movernos entorno a ella e interactuar con ella.

#### 1.4. Lo virtual como concepto

A continuación, se abordará la virtualización desde una perspectiva conceptual. Se abordará desde tres perspectivas diferentes:

- **Filosófica:** ¿Qué es? ¿Que supone?
- **Antropológica:** ¿Cómo se integra la virtualización en los procesos intelectuales, en el lenguaje, en el comportamiento, en la estética? ¿Con qué técnicas?
- **Sociopolítica:** ¿Qué cambios sociales implica?

La palabra virtual procede del latín medieval *virtualis*, que a su vez deriva de *virtus*: fuerza, potencia. En la filosofía escolástica, lo virtual significaba aquello que existía en potencia pero no en acto. Por ejemplo, el bloque de calatorao que hemos escogido para tallar es virtualmente, en potencia, una escultura. Pero en este preciso momento no es más que un pedazo de piedra negra.

Pero lo virtual no sólo representa lo que es posible, tiene una existencia, aunque ésta esté desprovista de materialidad, de una posición geográfica concreta y de la dependencia de tiempo. Por ejemplo, una videoconferencia tiene lugar entre dos interlocutores que existen físicamente y están ubicados en dos lugares distantes, tiene una duración concreta, pero... ¿dónde tiene lugar realmente la conversación? Figura en un entorno de interacción no físico, pero real, porque se está produciendo y ninguno de esos dos interlocutores tiene duda de ello, aunque no sepamos dónde está ubicada la conversación en sí misma.

Un objeto, una persona, una información al virtualizarse, pierde su ubicación física o geográfica y su temporalidad, es decir, su dependencia del tiempo. Se desconectan del espacio y el tiempo tal y como nosotros los percibimos, pero no lo hacen totalmente, pues están sujetos a unos soportes físicos para materializarse, para visualizar en un momento y un lugar determinado. Pierden el "Aquí y Ahora". Pero no son algo imaginario, siempre están en potencia de ser algo concreto, ya tienen una existencia, y ésta produce efectos.

Por ejemplo: Hablar de la existencia física de nuestro cuerpo resulta de perogrullo, los distintos órganos que lo forman, los fluidos, los huesos, etc. Cada una de esas partes tiene unos límites precisos, una densidad y una textura. El límite, la superficie que aglutina todo lo anterior –lo interior- frente a lo externo es la piel el pelo, etc. Nuestro interior

permanece encerrado, oculto bajo nuestra piel, y ésta constituye nuestra última frontera con ese exterior. Mediante técnicas digitales, ese límite entre lo externo y lo interno, entre lo propio y lo ajeno, puede traspasarse sin cortar o seccionar. Puede mostrarse externamente, representando por capas toda nuestra interioridad, replicarnos virtualmente, sin ser enteramente mi propio yo, y sin dejar de serlo. Esta desmaterialización no supone una pérdida de identidad, se trata de una reinvención, de una multiplicación, una virtualización el propio cuerpo.

No es lo mismo que en el caso de los textos escritos. Estos se tratan de una representación de símbolos que dependen de unas reglas para ser creados, modificados y transmitidos. Estas reglas deben ser observadas por quienes los redactan para garantizar que serán útiles e interpretables. Requieren de un soporte para ser transmitidos, ya sea papel impreso o soporte digital. En lo que esas reglas de interpretación se respeten, el soporte para transmitir los textos no es relevante.

La [digitalización](#) de los textos supone un cambio importante desde el punto de vista de la transmisión, modificación y publicación, requiere de un dispositivo específico para mostrarlo, de un [software](#) concreto para interpretarlo y puede incluir enlaces a otros textos y fuentes de información. Pero no altera su esencia. Su materialidad o inmaterialidad no define su valor.

Aquí es donde surge el problema entre la “materialidad” e “inmaterialidad” de los objetos. El valor que asignamos a los objetos materiales no está vinculado principalmente a su forma o estructura, sino a sus propiedades en un contexto determinado, es decir, a una capacidad inmaterial en la que intervienen complejos procesos intelectuales. Las materias primas son valores materiales, pero el uso que hacemos de ellas y el valor que damos a esas funciones son inmateriales. Una emoción, un idea, un viaje, el tiempo, una batalla, son

cosas reales pero, en sí mismas, no son materiales ni inmateriales. Como dice la cita de Lao Tse con la que se inicia este trabajo:

*“Mientras lo tangible tiene ventajas, es de lo intangible de donde proviene lo útil.”<sup>6</sup>*

Con los utensilios, las herramientas, sucede algo parecido: Tras identificar una función física o psíquica en la naturaleza (caminar, volar, golpear, contar, etc.) desligamos esa función de los elementos que la generan (patas, alas, piedras, etc.) Esa función se simplifica a una serie de gestos o sucesos que, por medio de la técnica replicamos en objetos y herramientas que son, como decía *McLuhan*, prolongaciones o extensiones de nuestro cuerpo<sup>7</sup>. Pero el uso efectivo de estas herramientas requiere un aprendizaje, una adaptación. Suponen una virtualización de una acción. Esta virtualización tiene la propiedad de transformar lo privado e interno en público y externo.

Estas herramientas también nos ayudan a adquirir información del entorno que con nuestros propios sentidos no captamos (p.e. unas gafas, un microscopio, un telescopio, etc.). Extienden el alcance de nuestros sentidos, pero también transforman nuestra percepción. A medida que nuestros procesos mentales y nuestro comportamiento social se hacen más complejos, precisamos de nuevos elementos que satisfagan esa necesidad. Entonces aparecen las herramientas que modifican profundamente nuestra relación con el entorno (p.e. el

---

<sup>6</sup> TSE, Lao. *“Tao Te King”*. (Canto 11). Madrid. Ed. Edaf. 2003. (pág. 28).

<sup>7</sup> MCLUHAN, Marshall. *“La galaxia Gutenberg”*. Barcelona, Ed. Círculo de lectores, 1993. (pág. 19).



automóvil, el avión, los ordenadores, etc.) sobretodo en relación al espacio y el tiempo. La coexistencia de todos estos instrumentos tecnológicos, que constituyen sistemas cerrados, sin interacción entre si, provoca una crisis social ante la rapidez, simultaneidad y globalidad que tienen hoy.

*“Pero el precio que pagamos por las especiales herramientas tecnológicas, sean la rueda, el alfabeto o la radio, es que tales extensiones masivas de nuestros sentidos constituyen sistemas cerrados. Nuestros sentidos corporales no son sistemas cerrados, sino que constantemente se traducen unos a otros en esa experiencia que llamamos consciencia.”<sup>8</sup>*

Pero este feedback, este intercambio, es recíproco. Por ejemplo, cuando escuchamos música, contemplamos una obra o leemos un poema, interiorizamos un objeto externo y público convirtiéndolo en sensaciones, impresiones y emociones. ¿Qué quiere decir esto? Que independientemente del soporte que utilicemos, la subjetividad, la sensibilidad es la base del valor que damos a las cosas, y el rasero por el que medimos su utilidad. Cualquier tipo de mensaje lleva implícito una carga afectiva para quien lo interpreta. No podemos percibir nada sin entretejerlo de sensaciones o afectos.

Y en tercer lugar, la virtualización no sólo transforma al propio ser humano, sino que, como animal social, también interviene en sus elementos sociales como las leyes, los ritos, la ética, etc. La sociedad necesita implantar un mismo procedimiento para una misma situación

---

<sup>8</sup> MCLUHAN: *Ibidem*.

social (p.e. la mayoría de edad, un matrimonio, una compra-venta) mediante unos rituales determinados iguales para todos. De esta forma se garantiza la democratización de las relaciones, los vínculos, los comportamientos y las identidades. Las nuevas entidades creadas son públicas, dependiendo de otras reglas y procedimientos. Esta virtualización de las relaciones humanas es cada vez más compleja. Además, esta sociedad permanentemente comunicada mediante lenguajes y signos específicos, mediante [redes sociales](#), sistemas de comunicación, representación y grabación, constituye una especie de inteligencia colectiva.

Todos los seres humanos pensamos, percibimos, recordamos y aprendemos, pero no lo hacemos solos. Nuestras facultades mentales superiores se ejercen mediante la implicación en una comunidad con unas creencias, herencias y proyectos concretos. De esta interacción adquirimos ideas o las transmitimos, aprendemos y enseñamos, pensamos y sentimos. Lo que transmitimos a las generaciones venideras son todos esos pensamientos, experiencias y sensaciones. De sus pequeñas variaciones, se producen cambios mayores. Los instrumentos que nos proporciona la sociedad (lenguaje, signos, símbolos, códigos visuales, sonoros, herramientas, objetos, etc.) constituyen nuestro funcionamiento intelectual. En cierto sentido, constituyen lo que realmente somos, la humanidad que permanece invariable en el tiempo y que evoluciona y cambia con él. Nuestro intelecto tiene una dimensión colectiva porque somos seres simbólicos. En este sentido, es evidente que ciertos tipos de ideas o mensajes tengan más posibilidades de crearse y transmitirse.

Así, [redes sociales](#) como [internet](#), entorno de construcción cooperativa, donde cada persona es al mismo tiempo emisor y receptor, donde las personas no se identifican por su nombre o posición geográfica o social, donde la inteligencia individuales incrementa las sinergias colectivas, está condicionado por sus participantes y por sus intereses comunes.

Cada creación humana aumenta la capacidad del ser humano, ya sea en el razonamiento, el cálculo, en la imaginación, la comunicación o la misma creatividad. Esta *Poiesis*<sup>9</sup> acentúa el carácter colectivo de la inteligencia. Así ha sido desde los orígenes de nuestra especie, cada herramienta, cada objeto, cada creación humana interviene directamente en la sociedad, generando nuevas manifestaciones, nuevas adaptaciones, nuevas creaciones. También es curioso el carácter limitador de la sociedad para limar y diluir aportaciones individuales al intentar organizar y valorar las aportaciones colectivas, consiguiendo dividir y asfixiar ciertas capacidades más que aunarlas.

El Arte representa la cúspide de estas tres perspectivas (filosófica, antropológica y social). En él se materializan todas las inquietudes, todos los lenguajes posibles, todas las técnicas y todas las ideologías. Quizás precisamente por eso ha generado tantas interpretaciones y definiciones. Quizás por todo ello representa la actividad más virtual de todas. El Arte interioriza un objeto externo, lo subjetiviza dándole un sentido. Sentido fugaz e inmaterial, pero que permite hacer a los demás partícipes de un sentimiento, de una experiencia subjetiva. Subjetivamos nuestro entorno para interpretarlo, para darle sentido. Objetivamos nuestros sentimientos para hacer partícipes a los demás de nuestras inquietudes, de nuestros sentimientos. Nuestra subjetividad individual está entrelazada con la colectiva.

---

<sup>9</sup> *Poiesis* deriva etimológicamente del antiguo término griego ποιέω, que significa "crear". Platón en *"El Banquete"* la definía como la causa que hace pasar cualquier cosa del no ser al ser. Martin Heidegger se refiere a ella como "alumbramiento", utilizando este término en su sentido más amplio.

Este movimiento de objetivización y subjetivización es pura virtualidad, por lo tanto, ha existido desde los albores de la humanidad. No es un concepto nuevo, simplemente antes lo denominábamos de otra forma o, simplemente, no hemos sido conscientes de ello hasta ahora. Decía Sánchez Navarro:

*“La visión de la realidad virtual siempre ha existido, sólo estaba aguardando la tecnología correcta” <sup>10</sup>*

La sociedad se ha construido mediante ese proceso de virtualización constante, aunque actualmente su aceleración sea exponencial y seamos más conscientes de su presencia. Gracias a que hoy disponemos de la tecnología y las técnicas que nos permiten generar, procesar y compartir este flujo de manera colectiva, de hacerla visible para todos.

Cualquier sustancia, antes de ser real –de manifestarse materialmente– tiene latentes un universo determinado de formas posibles. De la misma forma que un suceso, un acontecimiento –que sucede en este momento, es real– viene a ser el resultado de las tendencias y fuerzas que en ese acontecimiento operaban de manera virtual. Todos estos términos pueden resultar algo confusos, ambiguos, son susceptibles de diversas interpretaciones. Vamos a acotarlos un poco:

---

<sup>10</sup> AA.VV. *“Realidad virtual. Visiones sobre el ciberespacio”*. Barcelona, Ed. Devor Contenidos, 2004. (pág. 12).

- **Sustancia:** Esencia. Lo que permanece de un ser más allá de sus estados.
- **Suceso:** Hecho de alguna importancia en el transcurso de los acontecimientos.
- **Latente:** Que existe, pero oculto y escondido.
- **Manifiesto:** Evidente. Exponer en público.

Estas cuatro formas diferentes de ser (real, posible, actual y virtual) operan casi siempre juntas. Pierre Lévy <sup>11</sup> las distinguía de la siguiente forma:

	Latente	Manifiesto
Sustancia	Posible	Real
Suceso	Virtual	Actual

Donde:

- **Posible:** Latente, que anuncia un futuro
  - **Real:** Manifiesto. Es presente.
  - **Virtual:** Una tendencia. Configuración subjetiva que desemboca en un suceso.
  - **Actual:** Materialización de un suceso.
- 

<sup>11</sup> LÉVY, *op. Cit.*, pág. 122.

Lo posible, gracias a este proceso de subjetivización, de virtualización, se transforma en algo real. Si estamos hablando de un objeto tangible, material, esa realización selecciona, de entre las formas posibles predeterminadas, una configuración, una materialidad. Si hablamos de un suceso o una capacidad, mediante esa interiorización, esa virtualización, esa configuración subjetiva se manifiesta en un acontecimiento.

En el caso de una escultura, la sustancia sería el bloque de mármol que voy a emplear para realizarla; El suceso sería el hecho de tallar; latente sería la forma que reside en el interior de ese bloque o en mi mente; Y lo manifiesto sería la escultura una vez terminada. Si esa escultura terminada resulta como la había imaginado, la forma latente se ha convertido en real. Pero en ese proceso interviene la propia subjetividad, no soy una simple máquina que ejecuta un proceso lógico y metódicamente, surgen problemas, tomo decisiones, invento, improviso, resuelvo. En la intersección entre los problemas que van surgiendo, mis propias ideas y los fines que guían mis actos interviene lo virtual.

Otro ejemplo: En este momento –realidad- estoy escribiendo estas palabras en mi [ordenador](#), las teclas que voy pulsando –actual- se materializan instantáneamente (mediante ciertos códigos informáticos definidos en el programa procesador de textos) en la pantalla del ordenador. La elaboración de ese texto sigue una codificación lingüística. De todas las posibles configuraciones yo he elegido unas concretas –posibilidad-, al igual que sucede con las posibilidades del programa y la propia máquina, se escogen unas de entre todas las posibles. Según redacto el texto, estoy combinando ideas, repasando reglas de escritura, probando estructuras de frases, modificando el espacio virtual de significación de lo que quiero transmitir. Real, posible, actual y virtual son formas de ser diferentes, pero casi siempre obran juntas, interviniendo en cualquier situación.

La virtualización no es un mundo falso e imaginario como el que nos transmiten los medios de comunicación, es la propia dinámica de la humanidad, con sus aciertos y sus fracasos. En el campo artístico, ya no se trata de componer un mensaje o interpretar el mundo; sino en poder interpretar cualquier [avatar](#) humano. Ya no hay porque contar historias, transmitir mensajes, podemos simplemente transmitir sensaciones.

## 2. Segunda parte: Sociedad y conocimiento

A finales del s. XX, la UNESCO encargó a Jacques Delors presidir una comisión internacional sobre educación. En el informe<sup>12</sup> que publicó como resultado de la misma se decía que, de los numerosos desafíos a los que se enfrentaba la humanidad -tales como la paz, la libertad o la justicia- sin duda, la educación constituía uno de los instrumentos imprescindibles para conseguir los demás. Esto en una época en las que las políticas sobre educación son criticadas y relegadas a la última posición de las prioridades sociales y económicas.

Los progresos tecnológicos y científicos de los últimos años han supuesto una progresión constante en el desarrollo y nivel de vida de muchos países, aunque con distintas velocidades. Sin olvidar ciertas consecuencias también derivadas de ello, como los fenómenos de exclusión en los países ricos, el deterioro ambiental, el desempleo, las guerras. ¿Cómo plantear una convivencia a nivel planetario cuando no somos capaces de vivir en comunidades más pequeñas (país, comunidad, ciudad, pueblo, vecindario)? ¿Por qué la democracia -que venció a totalitarismos y otros sistemas de gobierno no participativos- tiende a debilitarse allí donde existe constitucionalmente desde hace muchos años?

Esta problemática es común a todos los países, y constituye uno de los retos más importantes a los que tiene que enfrentarse la educación: ¿Cómo ser ciudadano del mundo sin perder tus raíces? ¿Cómo participar

---

<sup>12</sup> AA.VV. "La educación encierra un tesoro". Ediciones UNESCO. Paris. 1995.



en la vida de la nación y en las de las comunidades de base? ¿Cómo mantener la riqueza cultural de las tradiciones locales frente al proceso de globalización de la cultura? ¿Cómo conjugar la tensión entre valores espirituales y materiales? ¿Cómo llegar al entendimiento entre las distintas creencias religiosas o morales? Ciertos problemas requieren respuestas inmediatas (la economía, el desempleo, etc.) pero otras igualmente determinantes para nuestro futuro requieren una estrategia paciente y continua, como el caso del medio ambiente o la educación misma.

Debemos adelantarnos a los progresos tecnológicos para evitar que se agraven estos problemas y desigualdades sociales. Y la educación continua, entendida como la que se realiza durante toda la vida, nos permitirá estar en todo momento preparados para los desafíos que la vida nos plantee. La que nos permita ser flexibles, reaccionar en función de las necesidades del momento, adaptarnos, reconducir nuestra vida profesional, estar preparados para afrontar lo cambiante de la sociedad en la que vivimos. Aptitudes y conocimientos, pero también facultad de juicio y acción.

### **2.1. La sociedad actual**

En esta sociedad en la que los cambios son continuos, vertiginosos, cambiantes. En el que las incertidumbres, la inseguridad -personal, laboral, etc.- cada día son más evidentes, la educación básica, ofrecida hasta ahora, y la formación permanente, con la que podíamos completar nuestros conocimientos iniciales, resultan insuficientes. En un mundo que cambia rápidamente, la educación durante toda la vida constituye la respuesta necesaria.

Esta afirmación no es nueva, y ha sido defendida por numerosos estudios, pero hoy en día se ha acentuado aún más. No sólo desde el punto de vista de la capacitación personal y el propio saber, sino desde el de la convivencia, la comprensión y el diálogo social. No sólo debemos estar mejor preparados, no sólo debemos tener la capacidad de adquirir nuevos conocimientos a medida que la sociedad va cambiando, sino que debemos conocernos mejor, aprender a vivir con todas nuestras diferencias, tradiciones y creencias, construyendo una sociedad en la que tengan espacio y lugar todos y cada uno de los individuos.

La comisión sobre educación antes mencionada, estableció cuatro pilares sobre los que tendría que apoyarse esa educación del futuro. Son los siguientes:

- Aprender a convivir: Conociendo y respetando otras ideologías y creencias. Creando una sociedad a la medida de todos.
- Aprender a conocer: Teniendo en cuenta los cambios derivados de la evolución técnica y la actividad económica. Siendo capaz de procesar, seleccionar y manejar toda esa información que hoy la sociedad produce.
- Aprender a hacer: No sólo un oficio, sino una competencia que nos permita hacer frente a diversas situaciones, previstas o no, de forma autónoma o colectiva.
- Aprender a ser: Con autonomía y capacidad de juicio, que nos permita formar parte del colectivo sin diluirnos en él.

Hoy, es más evidente que uno de los principales objetivos, y problemas, a los que se enfrenta la educación es la necesidad de formar a las personas en las tres dimensiones sociales, es decir, ética, cultural y científica o tecnológica. El aumento constante de conocimientos y

especialidades, la masificación de las aulas, la falta de perspectivas claras una vez superada la educación universitaria, etc, etc. resultan cada vez más acuciantes y más imperiosa la búsqueda de soluciones satisfactorias. Es evidente que la evolución de la sociedad y sus necesidades económicas y profesionales avanzan más deprisa que los avances en el terreno educativo. A esto se le suman otros problemas que iremos enumerando más adelante como la diversidad de centros de producción de conocimiento, la formación continua de los profesionales, etc.

Las sucesivas reformas en serie acometidas por distintos gobiernos anulan los objetivos perseguidos al no dar al sistema el tiempo necesario para que todos los actores intervinientes se impregnen del espíritu de esa reforma y se preparen para acometer sus funciones. Esto, unido a planteamientos demasiado teóricos o radicales, condiciona la disposición de todos los agentes que intervienen en el proceso (padres, profesores, alumnos).

Como en otras muchas facetas sociales, los cambios impuestos desde arriba o desde el exterior están más abocados al fracaso que los que consiguen una participación entusiasta de las comunidades locales, es decir, desde abajo, fomentando el diálogo y la participación.

Es evidente que cualquier cambio que se plantee no podrá tener éxito sin la participación activa de los docentes. Sobre ellos recaen las funciones principales de todos los programas, así como las carencias de otras instituciones. Es por ello necesario ver el problema desde su perspectiva, identificando las debilidades y fortalezas que cada etapa pueda tener, y plantear políticas educativas que también tengan en cuenta la necesaria actualización y renovación de conocimientos y técnicas acordes a los avances sociales, culturales y científicos.

### 2.1.1. La sociedad del conocimiento

El proceso de globalización al que asistimos, está modificando nuestra forma de vivir. Es evidente que este proceso está íntimamente ligado al desarrollo actual de las tecnologías digitales, sobretudo de aquellas que tienen que ver con las telecomunicaciones. Estas tecnologías se han hecho paulatinamente más complejas y todo parece indicar que la tendencia será la de una innovación continua.

Esto provoca que nuestro mundo se renueve y cambie constantemente, no sólo a este nivel tecnológico, sino también social. Modificando progresivamente nuestra percepción y modos de representación de la realidad y, por lo tanto, el de las relaciones del saber tradicional con las nuevas formas de conocimiento. Estas tecnologías y sistemas de información no sólo implican formas de almacenamiento, intercambio y recuperación de información nuevas, sino que implican la posibilidad de experimentar nuevas formas de investigación y estudio, de producción.

Pero esta nueva forma de investigar o producir tiene algunas consecuencias a largo plazo: Los métodos tradicionales se van modificando en función de las nuevas tecnologías, y las nuevas posibilidades que estas ofrecen. Se van adquiriendo nuevos conocimientos que, por medio de estas nuevas técnicas, proporcionan nuevas funciones. Como consecuencia necesaria de todo ello, las ideas y teorías se van modificando lo que, poco a poco, deviene en un cambio de paradigma.

Pero... ¿qué es realmente un paradigma? Thomas S. Kuhn, creador del término, consideraba a los paradigmas como:

*“Realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica.”<sup>13</sup>*

Los paradigmas son un conjunto de conocimientos y creencias que forman una visión del mundo (cosmovisión), en torno a una teoría hegemónica en un periodo histórico determinado, y cuenta con el consenso de la comunidad científica a la que representa. Pero, precisamente por ese carácter, también son formas básicas de percibir, pensar, y evaluar, asociadas a esa percepción de la realidad particular.

Antes del s.XVII, no existía una opinión única respecto a cualquier tema científico. En su lugar había escuelas y corrientes competidoras que aceptaban, en mayor o menor medida, teorías de la antigüedad. Un científico debía recorrer todo el camino recorrido por otros para demostrar cualquier teoría. Hoy, al dar por aceptado un paradigma, un científico no tiene que reconstruir todo su campo, puede empezar donde otros lo dejaron o profundizar en aspectos que no trataron. Con lo que el campo del saber avanza más rápidamente, especializándose también más.

---

<sup>13</sup> KUHN, Thomas S. “La estructura de las revoluciones científicas”. Méjico. Ed. Fondo de Cultura económica. 1984. (pág. 13)

Los paradigmas cumplen diversas funciones. Por una parte, determina la dirección en la que se desarrolla la ciencia, mediante la propuesta de enigmas a resolver dentro del contexto de las teorías ya aceptadas. Por otro lado, el paradigma establece los límites de lo que ha de considerarse ciencia durante el tiempo de su hegemonía. Esto sin duda, determina la experimentación y limita el carácter innovador de la misma.

*“El sistema de referencia que se utiliza para enfrentarse al mundo funciona como una plantilla o pantalla a través de la cual se ve el mundo. Las plantillas y las pantallas no sólo admiten, sino que restringen ciertos aspectos del mundo. Además, sirven para organizar la experiencia de manera que ésta adquiera significado. (...) En efecto, incluso las cuestiones que deciden formularse los investigadores están profundamente afectadas por las teorías que defienden.”<sup>14</sup>*

Cada paradigma se instaaura en la sociedad tras una revolución científica –entendida ésta como un cambio total en la percepción del mundo y por tanto en un cambio en la concepción del mismo- que aporta respuestas a los enigmas que no podían resolverse en un paradigma anterior. Un rasgo ambiguo en esta sucesión constante es que ninguno de los paradigmas anteriores puede considerarse mejor o peor que los futuros, ya que dan respuesta a un contexto social determinado.

---

<sup>14</sup> EISNER, Elliot W. “Educar la visión artística” Barcelona, Ed. Paidós, 1995. (pág. 232)

*“El periodo anterior al paradigma sobretodo, está marcado regularmente por debates frecuentes y profundos sobre métodos, problemas y normas de soluciones aceptables.”<sup>15</sup>*

El paradigma, está constituido por supuestos teóricos, leyes y técnicas de aplicación que deberán adoptar los investigadores de un campo determinado del saber. Al experimentar, desarrollan ese paradigma en su intento por explicar ciertos aspectos de su investigación. Pueden surgir dificultades, desajustes, aspectos que no se consiguen explicar o demostrar satisfactoriamente. Si estas dificultades se hacen inmanejables, aparece una crisis. Si se repite, si con el paradigma actualmente aceptado no se consigue resolver las cuestiones planteadas, se resolverá con el surgimiento de un nuevo paradigma que poco a poco irá adquiriendo cada vez mayor aceptación por parte de la comunidad, hasta que finalmente se abandone el paradigma original. Kuhn decía a este respecto:

*“Cuanto más preciso sea un paradigma y mayor sea su alcance, tanto más sensible será como indicador de una anomalía y, por consiguiente, de una ocasión para el cambio de paradigma”<sup>16</sup>.*

---

<sup>15</sup> KUHN, *op. cit.* (pág. 87)

<sup>16</sup> KUHN, *op. cit.* (pág. 111)

Pero este cambio no es continuo, ni inmediato, aunque finalmente constituya una revolución científica. El nuevo paradigma enmarcará la nueva actividad científica y profesional, hasta que se encuentre con dificultades y se produzca una nueva crisis y, como consecuencia de ella, una nueva revolución y un nuevo paradigma.

Este cambio de paradigma también tiene como consecuencia un cambio en los métodos y técnicas para hacer las cosas, tanto a nivel social como profesional. Además, en este contexto de innovación continua, de entorno cambiante, se plantea un nuevo problema: es necesario contar con las habilidades y los conocimientos necesarios para desenvolvernos en dicho entorno, para que los continuos cambios no menoscaben nuestra actual capacidad para buscar, seleccionar, analizar y procesar toda esa información hoy disponible.

En este entorno, la educación cobra una importancia fundamental. Requerimos más conocimientos –tanto técnicos como teóricos-, y nuestro desarrollo individual y comunitario depende en gran medida de este factor educativo. Este aspecto también constituye un cambio en el paradigma educativo que trataremos más adelante.

Consideramos todo lo construido por el hombre como una extensión de lo que antes hicimos con nuestro propio cuerpo (el martillo, el puntero, la rueda, etc.). Pero nuestros sentidos corporales no son sistemas cerrados, en el sentido que se comunican continuamente unos con otros en esa experiencia que denominamos consciencia, como lo son esos instrumentos fabricados. Hay una cita muy conocida de McLuhan en este sentido:



*“Si se introduce una tecnología, sea desde dentro o desde fuera, en una cultura y da nueva importancia o ascendencia a uno u otro de nuestros sentidos, el equilibrio o proporción entre todos ellos queda alterado.”<sup>17</sup>*

La coexistencia de todos estos instrumentos y técnicas tecnológicas, que antes constituían sistemas cerrados, sin interacción entre sí, provoca una crisis social ante la rapidez, simultaneidad y globalidad que tienen hoy, y la incapacidad de la sociedad para absorberlos con la misma rapidez. En este mismo sentido:

*“Toda tecnología inventada y ‘exteriorizada’ por el hombre tiene el poder de entumecer la conciencia humana durante el periodo de su primera interiorización.”<sup>18</sup>*

### 2.1.2. La producción del conocimiento

Por producción del conocimiento entendemos un compendio de ideas, métodos, valores y normas que se utilizan como base para generar el conocimiento que una sociedad necesita. Tanto a nivel técnico como político y social. Este conjunto de conceptos es, en esencia, el paradigma social en ese momento vigente.

---

<sup>17</sup> MCLUHAN, *Op. cit.* (pág. 46)

<sup>18</sup> MCLUHAN, *Op. cit.* (pág. 225)

La forma tradicional de generar conocimiento es dentro de un contexto disciplinar, de un campo del saber. Se plantean y solucionan problemas en un contexto gobernado por los intereses de una comunidad específica. Lo que denota fundamentalmente una estructura jerárquica, rígida, poco proclive a los cambios, que tiende a preservar su forma.

Su objetivo es teórico más que práctico. Los equipos de investigación son designados desde un principio para una función muy específica, y esa misma función es la que desarrollan de principio a fin. La composición del equipo es fija en el tiempo. El equipo se dirige y controla desde un cuerpo central. Las exigencias y objetivos iniciales del proyecto no se abandonan en ningún momento. Si surgen aspectos de la investigación que se apartan de esos objetivos generales iniciales, se aplazan para una nueva investigación posterior. Al centralizarse sobre unos objetivos muy concretos, unos profesionales determinados y con un sistema de control exhaustivo, se garantiza la calidad de los resultados.

La solución a los problemas planteados puede surgir como consecuencia de aplicar códigos institucionalizados, tanto de procesos como de prácticas, correspondientes a esa disciplina particular. Y de organizarlo en torno a una aplicación en particular.

Se busca sintetizar, en una sola frase, las normas cognitivas y sociales que deben seguirse en la producción. Legitimizar y difundir el conocimiento así generado. En muchos sentidos, es fiel al modelo que se quiere transmitir sobre lo que es ciencia. Sus normas cognitivas y sociales determinan qué se puede considerar un problema significativo, a quien se le debe permitir practicarlo y cual sería el resultado óptimo.

Al disponer de una estructura tan jerárquica, los tiempos de respuestas son lentos y la flexibilidad mínima. La calidad del resultado está

determinada, esencialmente, por los juicios de colegas de profesión, con el aval adquirido por años de estudio o por el prestigio del centro o equipo que lo desarrolló. El control se mantiene mediante la cuidadosa selección de quienes han sido juzgados como competentes para actuar como iguales, lo que viene determinado por sus contribuciones previas a su disciplina. El proceso de revisión por parte de sus iguales permite que la calidad y el control se refuercen mutuamente.

Esta competencia del conocimiento se adquiere mediante la especialización continua, ampliamente institucionalizada en las universidades, y profesionalizada posteriormente. Los científicos descubrieron hace tiempo que esta especialización cognitiva, la profesionalización social, y la institucionalización política era la forma más efectiva de obtener resultados.

El problema ha surgido las últimas décadas: Debido a la vocación claramente investigadora que adoptaron las universidades y a la posterior masificación de las aulas, el número de personas familiarizadas con los métodos de investigación creció exponencialmente, y todas estas personas no han podido ser absorbidos por sus estructuras disciplinares.

Esto ha provocado que algunos de ellos pasen a laboratorios gubernamentales, a sectores industriales o generado sus propios grupos de investigación, asesoría o reflexión. Como consecuencia de ello, el número de lugares donde puede llevarse a cabo una investigación competente ha aumentado. Esto puede verse como una consecuencia negativa del proceso educativo, pero también constituye la base de los recursos intelectuales que van a intervenir en la nueva producción del conocimiento que trataremos un poco más adelante.

Este método tiene algunas trampas conceptuales: Cualquier conocimiento 'nuevo' se denomina así en función de lo 'viejo' de lo establecido como dominante. Cualquier afirmación que diste de ésta se juzgará tomándola como referencia.

### **2.1.3. Paradigma educativo actual. El Conductismo**

Antes del surgimiento del conductismo el aprendizaje se consideraba un proceso interno. La forma de estudiarlo era la introspección, es decir, se preguntaba a las personas estudiadas qué era lo que estaban pensando. El conductismo es una de las primeras teorías que inciden en cómo se entiende el aprendizaje humano.

El conductismo defiende la teoría basada en el estudio de la inteligencia y la mente mediante la observación de los comportamientos o reacciones ante la exposición a estímulos exteriores. El conductismo surge como un rechazo al método de la introspección. Constituye uno de los paradigmas con mayor tradición y que más tiempo ha estado vigente. Surge como teoría psicológica y posteriormente se adapta a la educación.

Su origen se remonta a principios del siglo XX, su fundador fue J.B. Watson. Quien consideraba que para que la psicología lograra un estatus realmente científico, tenía que superar el estudio de la conciencia y los procesos mentales (procesos subjetivos) y, por lo tanto, nombrar a la conducta (los procesos objetivos y observables) objeto de estudio.

Desde la perspectiva conductista, el aprendizaje es observable como un cambio en el comportamiento. Se desechan los procesos mentales

internos, subjetivos, como irrelevantes para el estudio del aprendizaje humano, ya que no pueden ser medibles de manera objetiva.

Sus características principales son:

- El estudio del aprendizaje humano debe centrarse en fenómenos medibles y observables.
- El aprendizaje es el resultado de una relación 'estímulo-respuesta'.
- Los procesos mentales internos (pensamiento, motivación, sentimientos, etc.) no son observables ni medibles, por lo que no son relevantes a una investigación científica.
- El aprendizaje es efectivo únicamente cuando puede observarse un cambio en la conducta.
- Las calificaciones, recompensas y castigos son parte de esta teoría.
- El método conductista se puede aplicar también en la adquisición de conocimientos memorísticos.

Educación, según el método conductista, es relacionar dos ideas fundamentales: por una parte, el proceso de transformar datos mediante un análisis, una síntesis y una evaluación de una información ofrecida; y por otro, el aprendizaje, que es el proceso mediante el que se adquiere una nueva conducta, se modifica o extingue la antigua como resultado de una experiencia o práctica.

Programar adecuadamente las funciones y bienes educativos (métodos, situación instruccional, contenidos, evaluaciones, refuerzos, control de estímulos, etc.) es la base para lograr conductas académicas deseables, lo que demuestra que el aprendizaje ha sido satisfactorio.

Sus aportaciones científicas sobre el comportamiento humano, el moldeado de la conducta, el uso de refuerzos para fortalecer algunas conductas siguen siendo muy valoradas. Sus aportaciones a la educación continúan vigentes en los programas escolares -hay conocimientos que se aprenden mejor de memoria- y, en este sentido, es donde sus principios se aplican con mayor éxito (por ejemplo, en el aprendizaje de las capitales del mundo, las tablas de multiplicar, el uso de [computadoras](#), etc.) ya que suponen un nivel primario de comprensión. Sin embargo, al conductismo se le critica precisamente por eso, por hacer del aprendizaje algo mecánico, deshumanizado y reduccionista: la repetición no garantiza asimilación de una nueva conducta, sino sólo su ejecución.

Pero esta situación también resulta criticable. Uno de los procedimientos empleados por la sociedad para controlar la conducta de las personas es la educación, de manera que adquieran unas pautas culturales. En ese sentido, la educación es principalmente transmisora de ideas o pautas deseables, no generadora de ellas. Se privilegia la homogeneización sobre la individualización, atiende a la diversidad, pero sin fomentar las capacidades creativas.

## **2.2. Nuevos paradigmas educativos**

Frente a la formación vinculada a un sólo periodo formativo o una institución determinada, en la que la transmisión de conocimientos era fragmentada y poco personalizada, surge la necesidad de constituir una

base sobre la que esas personas inicien esa búsqueda personal de conocimiento. Lo que constituye un nuevo paradigma educativo frente al que hasta ahora conocíamos.

El sistema educativo debe facilitar las herramientas y técnicas de trabajo necesarias que permitan al alumno acceder a la información que circula en la sociedad del conocimiento y utilizar los recursos disponibles para llevar a cabo esa búsqueda hacia el aprendizaje por sí mismos. Es por ello que el dominio de la tecnología de la información constituye una de las herramientas más importantes para esa tarea.

Uno de los objetivos del proceso de Convergencia europea (Espacio Europeo de Educación Superior, EEES) es impulsar un cambio en la metodología de la enseñanza universitaria. Se cuestiona que el paradigma tradicional, que centra el eje de la enseñanza sobre las tareas del profesor, logre un aprendizaje eficaz. El EEES promueve que sea el propio alumno el que asuma la responsabilidad del desarrollo y la organización de su trabajo académico. Esto supone un cambio de paradigma, ya que ese eje central de la enseñanza pasa ahora a manos del estudiante.

Además, las enseñanzas universitarias han polarizado sus conocimientos de objetivos relativos, muy alejados de las competencias profesionales (en el sentido del conjunto de capacidades y saberes técnicos, metodológicos o sociales que tiene una persona para adaptarse y hacer frente a las exigencias que requiere desempeñar un puesto de trabajo eficazmente) que hoy demanda la sociedad. El concepto de competencia (según el Informe Delors) incluye los conceptos de "saber", "saber hacer, estar y ser". Estas competencias pueden ser genéricas o específicas.

- Las genéricas o transversales son las relativas a la búsqueda, selección y uso de la información, utilización de distintos lenguajes, las técnicas de trabajo, etc. que pueden aplicarse a la mayoría de las situaciones sociales y profesionales.
- Las competencias específicas hacen referencia a los saberes y técnicas propias de un saber determinado, de una especialización profesional.

La enseñanza que promueve la EEES está centrada en adquirir ambas. Los planteamientos académicos ahora vigentes, difieren de las demandas de los alumnos y las exigencias de las empresas. La armonización respecto a las competencias generales no es difícil, lo complicado es definir las específicas donde los enfoques son muy diferentes.

La forma de lograr que el alumno dirija su propio proceso de aprendizaje es que participe activamente en la organización y gestión de la actividad. Otro factor fundamental es la evaluación. Sabemos que el alumno estudia para aprobar, por lo que el sistema de evaluación es el factor que más decide la metodología. Para evaluar una competencia, debe ser observada en el desempeño de una tarea vinculada al desarrollo profesional, donde el alumno puede aplicar sus conocimientos, sus destrezas y actitudes adquiridas para resolver los problemas planteados (sean reales o imaginarios). No es lo mismo evaluar conocimientos que actitudes. Por lo que el proceso de evaluación debe ajustarse a cada uno.

Por todo ello, tenemos tres elementos fundamentales:

- Que pretendemos que aprenda (competencias).
- Cómo se considera que debe adquirirlos (estrategias metodológicas).
- Cómo se evaluará (criterios y procedimientos).



Este nuevo paradigma educativo, esta forma de producir el conocimiento, esta nueva percepción del mundo -con todas sus implicaciones filosóficas, pragmáticas y estéticas- también tienen sus implicaciones en el terreno del arte, y en el de la escultura en particular. La predominancia de las tecnologías digitales en todos los aspectos de nuestra vida necesariamente influye en el arte, como manifestación de nuestras más profundas inquietudes.

La ruptura de los géneros artísticos tradicionales es hoy más que evidente. La introducción de nuevos materiales tangibles (plásticos, fibras, cinética, el propio espectador, etc.) con otros intangibles (luz, informática, espacio, sonido, el tiempo, etc.) está reinventando la idea que teníamos de lo que era el arte. La interacción entre lo real y lo virtual se ha convertido en un desafío de gran trascendencia, que repercute en toda la sociedad.

#### 2.2.1. La nueva gestión del conocimiento

En este contexto cambiante, heterogéneo y vertiginoso. Ser capaz de distinguir dónde se genera el conocimiento requerido, procesarlo y presentarlo a las personas que lo requieren, es una competencia necesaria para todos. La gestión de los recursos, de las fuentes de conocimiento y de todos los actores involucrados, que pueden pertenecer a diferentes disciplinas, se convierte en una tarea ingente en complejidad y mutabilidad. La gestión del conocimiento tiene una importancia estratégica.

Ahora la producción y la divulgación del conocimiento -la investigación y la enseñanza- ya no son actividades que se llevan a cabo en instituciones autónomas relativamente aisladas, sino que implican la interacción entre todos los productores y gestores del conocimiento. Lo que constituye la modificación más profunda para las universidades, ya

que la mayoría están organizadas según las estructuras de las disciplinas científicas, estructuras que ya se están modificando.

*“El verdadero conocimiento interdisciplinar requiere de la capacidad para comprender el interfaz que existe entre diversas áreas del conocimiento y para aplicar las percepciones de uno al terreno del otro.”<sup>19</sup>*

Ser capaces de identificar lo que realmente falta en una organización y lo que es útil, es una tarea complicada. Bien aprovechada, puede ser la diferencia que cree el valor añadido que permita adquirir una posición ventajosa en el mercado, por lo que su gestión constituye uno de los activos inmateriales más importantes para una organización.

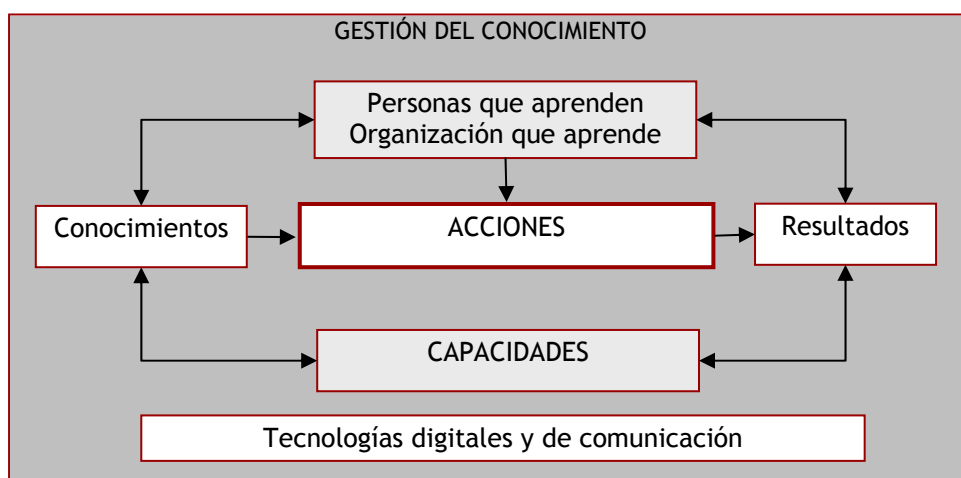
Las organizaciones empiezan a depender de ese conocimiento que generan, utilizan y transmiten. Algunas de las razones de que esto sea así son las siguientes:

- El periodo de validez de un conocimiento es cada vez más reducido.
  - Se aprende tanto de los errores como de los aciertos, propios o ajenos.
  - El valor del conocimiento sólo aumenta si es accesible a la organización.
- 

<sup>19</sup> SELTZER, Kimberly y BENTLEY, Tom. “La era de la creatividad”. Madrid, Ed. Santillana, 2000. (pág. 31)

Los métodos de investigación están universalizados. Los organismos que hoy pueden generar conocimiento útil pueden ser tanto universitarios, como industriales o gubernamentales. El grueso del conocimiento requerido en un lugar determinado, puede producirse en otro lugar completamente diferente y alejado. La globalización que facilita los actuales medios de comunicación permite la interacción necesaria para que este flujo se produzca. Pero el reto es cómo lograr conocer dónde se ha producido ese conocimiento necesario y cómo hacerlo llegar a las personas que lo requieren de una manera eficaz.

La gestión del conocimiento es un concepto que engloba una serie de estrategias que consiste en gestionar el capital intelectual de cada una de las personas que forman una organización (los recursos humanos, los clientes, los proveedores, etc.) y que pueden aportar ideas enriquecedoras para el proyecto. Implica gestionar lo que esas personas piensan, esperan y conocen, de manera que se consiga la optimización del servicio ofrecido. Cuanto más inteligente sea una organización y más conocimiento pueda acumular y procesar más posibilidades tiene de adquirir esa posición ventajosa.



El conocimiento es un proceso recurrente que integra, de manera compleja, hechos e ideas, para cuya comprensión se requiere confrontar experiencias propias con ajenas, permitiendo generar conceptos de pensamiento aplicables a otros contextos. El conocimiento crece a medida que circula, que se expone, sin agotarse o desgastarse en ese proceso. La gestión del conocimiento, más que ser un aspecto técnico o estratégico, se integra como un factor esencial en la estructura de una organización.

Se puede describir la gestión del conocimiento como el proceso que permite detectar, seleccionar, organizar, filtrar, presentar y usar una información por parte de los integrantes de una organización, con el fin de explotar los recursos del conocimiento basados en su capital intelectual.

En consecuencia, confluyen ciertas características en esta nueva gestión del conocimiento:

- El conocimiento es el valor añadido que permite obtener el máximo rendimiento dentro de cualquier organización.
- Hoy, los lugares donde puede producirse conocimiento significativo han aumentado.
- La interacción entre esos lugares puede establecerse de diferentes formas: electrónicas, físicas, organizativas, etc.
- La calidad del servicio ofrecido depende en gran medida de la implicación de todas las personas implicadas, del flujo y colaboración entre los mismos.

- La configuración y recombinação del conocimiento generado puede dar lugar a nuevas formas de conocimiento útil aplicables a otras disciplinas o contextos.
- El estado actual de las tecnologías de la información posibilita el desarrollo de infraestructuras que fomenten la gestión del conocimiento.
- Lo que permanece es la organización y las pautas de comunicación. Ya que los equipos deben formarse específicamente para cada objetivo, y este puede surgir de forma imprevista. Por lo que la flexibilidad y la capacidad de respuesta inmediata constituirán la principal ventaja competitiva.
- Las alianzas, los acuerdos de cooperación, las vinculaciones con intereses comunes, favorece la competitividad y minimiza el impacto de los riesgos.

Para manejar con eficacia esa información hay que aprender a utilizar recursos intelectuales poco habituales, tales como la gestión del conocimiento o la multiplicidad de contextos y su solapamiento. Uno de los desafíos más importantes será la creatividad, tanto individual como grupal, ya que nos movemos en terrenos nunca explorados, lo que requerirá propuestas innovadoras.

*“Las más valiosas formas de innovación se basan cada vez más en el interfaz o solapamiento que se da entre distintos tipos de conocimiento.”<sup>20</sup>*

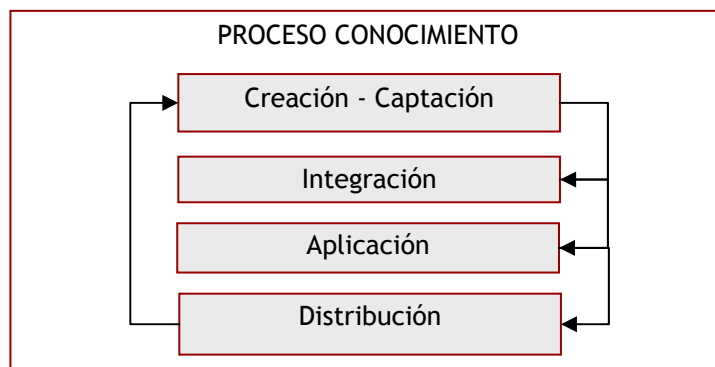
---

<sup>20</sup> SELTZER, Kimberly y BENTLEY, Tom. *Op. cit.* (pág. 30)

Este planteamiento de la nueva gestión del conocimiento es aplicable a cualquier tipo de organización, y en especial, a las educativas. Pero para que suceda habría que tener en cuenta algunas pautas antes de tratar de implementar este nuevo sistema:

1. Cambiar los esquemas mentales: Tanto a nivel individual como colectivo. El primer paso sería educar a todas las personas que integran la organización para que comprendan las ventajas que se derivan de la mutua comunicación del conocimiento. Este aspecto es de vital importancia, ya que determina el éxito o el fracaso del proyecto. Fomentar el diálogo y la colaboración entre los individuos.
2. Disponer de medios para el cambio: Las tecnologías de la información constituyen la infraestructura básica para la gestión del conocimiento. Pero dentro de estas existen muchas herramientas que pueden ayudar y facilitar la coordinación y procesamiento de la información (webs, [intranets](#), [bases de datos](#), [programas](#) de procesamiento, etc).

Desde el punto de vista de la innovación, la gestión del conocimiento puede entenderse como un proceso recursivo en el que a los conocimientos y competencias de un grupo de personas, se les aplican una serie de acciones encaminadas a conseguir unos objetivos concretos. Los resultados obtenidos también generan un nuevo conocimiento que es sistematizado y aplicado de nuevo a la organización y al proceso.



### 2.2.2. La nueva producción del conocimiento

La sociedad, los valores, la cultura, la organización social, el mercado tal y como los entendíamos a finales del s.XX ha cambiado. La tecnología está en continua renovación; el saber se genera vertiginosamente, en múltiples entornos, y es rápidamente suplantado; la competencia ha aumentado; las comunicaciones tienden a la globalización; se ofertan puestos de trabajos en los que priman habilidades de tipo intelectual más que manual, etc. Nuestra sociedad cambia y se renueva continuamente, y la tendencia es que seguirá haciéndolo.

La forma en la que se produce el conocimiento también está cambiando: El aumento de comercio global, la mayor demanda de conocimiento y su difusión, la diversificación de funciones, la continua subdivisión del conocimiento cada vez más compleja y sofisticada, etc. suponen un desafío muy importante.

Sin olvidar que existen cuestiones, retos, problemas aún no resueltos que cada día que pasa resultan más acuciantes. Necesitamos personas preparadas para afrontarlos. Esto nos obliga a estar continuamente adquiriendo las habilidades y los conocimientos para poder buscar, encontrar, procesar y analizar la información que necesitamos. Para poder adaptarnos a dichos cambios y participar creativamente en la sociedad.

En este contexto, la educación cobra una importancia fundamental. Requerimos más formación, más especializada y actualizada. Nuestro desarrollo personal y social, nuestra estabilidad, depende en gran medida de ello. En este mundo cambiante de principios de siglo, los **paradigmas** educativos también se están transformando.

Los avances tecnológicos actuales y el aumento de la competencia, ha provocado un desplazamiento del trabajo manual a trabajos en los que priman habilidades completamente nuevas, de tipo intelectual. Nuestra sociedad actual dispone de todos los medios posibles para utilizar cualquier técnica y material de cualquier parte del mundo. Sin embargo, a pesar de la creciente tecnificación, del uso de la tecnología y la **informática** en todos los ámbitos de la sociedad, existen disciplinas en las que estos avances técnicos apenas han sido introducidos de forma institucional:

- Por un lado, a pesar de que las estructuras económicas se están sometiendo a estas transformaciones, las educativas se están quedando atrás. El paradigma educativo se sigue centrando en “qué” aprenden los alumnos en lugar de “cómo” utilizan o pueden utilizar esos conocimientos adquiridos.
- Por otro, los materiales digitales y sus técnicas asociadas, apenas han sido explotadas con fines artísticos o escultóricos por las instituciones educativas especializadas en estas disciplinas, a pesar del continuo auge e interés que despierta en artistas y coleccionistas.

Aunque algunas universidades y segmentos educativos intentan adaptarse a estos cambios, las necesidades de los mercados y los profesionales cambian con mayor rapidez que la capacidad de



respuestas de estas instituciones. Un buen ejemplo de ello es el uso de la tecnología, su diversificación y permanente actualización.

Uno de los **paradigmas** más utilizados hoy en día es el concepto de producción del conocimiento. Se apuntan a diversos los factores como provocadores de su surgimiento: La creciente especialidad de las disciplinas científicas y sociales; la rapidez con la que se producen innovaciones tecnológicas; la inmediatez con la que éstas son incorporadas a los procesos productivos y económicos; las nuevas organizaciones sociales; la naturaleza cambiante y transitoria de los problemas abordados; la expansión de la educación; la globalización de la cultura, etc.

*“Está emergiendo una nueva forma de producción del conocimiento junto a la antigua, tradicional y familiar. El nuevo modo de producción del conocimiento afecta no sólo a qué conocimiento se produce, sino también a cómo se produce, el contexto en el que se persigue, la forma en que se organiza, el sistema de recompensas que utiliza y los mecanismos que controlan la calidad de aquello que se produce.”<sup>21</sup>*

Una de las consecuencias más relevantes de esta nueva forma de producción del conocimiento es el aumento de los lugares donde puede generarse ese conocimiento, idea que ya se mencionó anteriormente. La expansión de la educación ha provocado que existan muchas personas competentes intelectualmente para realizar labores investigadoras. Han surgido otros muchos lugares potenciales donde generar una

---

<sup>21</sup> GIBBONS, Michael. “La nueva producción del conocimiento”. Barcelona, Ed. Pomares-Corredor. 1997. (pág. 7)

investigación competente y generar ese conocimiento -que antes dominaban casi en exclusividad las universidades- como laboratorios, la industria, espacios gubernamentales, asesorías, etc. Esto sin contar con instituciones internacionales y la facilidad –gracias a la [informática](#) y los avances en las telecomunicaciones- de transmitirlos a toda la comunidad involucrada. Esta interacción entre los lugares que producen el conocimiento ha fomentado el intercambio y la participación. Generando una especie de sistema de producción de conocimiento que rebasa las fronteras de las instituciones existentes. Es una [red](#) que crece por todo el planeta, y cada día con mayor conectividad. Por todo ello, las universidades están perdiendo el monopolio como productoras de conocimiento.

*“La tecnología digital está creando una economía basada en la inmediatez y la virtualización, a la vez que está generando nuevas relaciones y estructuras organizativas. En la actualidad se exige que la información, la educación, la formación, los productos y los servicios se entreguen bajo demanda, en el momento y lugar que se necesitan. Las redes, por tanto, han emergido como las formas de organización más apropiadas para la satisfacción de tales demandas sustituyendo a las antiguas estructuras rígidas y de carácter jerárquico.”<sup>22</sup>*

Cierto conocimiento especializado, novedoso, puede ser clave para disponer de una ventaja competitiva entre las empresas. A medida que la presión de la competencia aumenta, tanto a nivel nacional como internacional, las empresas tratan de afrontar los desafíos que plantean las nuevas tecnologías. Innovar tecnológicamente es una condición

---

<sup>22</sup> SELTZER, Kimberly y BENTLEY, Tom. *Op. cit.* (pág. 21)

necesaria para el éxito comercial, pero no suficiente. Las tecnologías se copian, se produce cada vez más baratas, se trata de reducir los costes al máximo. La innovación tecnológica depende cada vez más del uso de conocimientos especializados, y que vayan en la dirección de las demandas sociales.

En este sentido, sirven como ejemplo los casos de [Apple](#) y Nokia, donde la ventaja de un conocimiento especializado, exclusivo, acorde a las demandas del gran público, las mantiene en los primeros puestos de los *rankings* de ventas a pesar de que la competencia intenta copiar algunas de sus soluciones tecnológicas.

El surgimiento de esta nueva forma de producir el conocimiento es la base sobre las que se desarrollan las nuevas tendencias no sólo económicas, sino también políticas y sociales.

Frente al modo tradicional en el que primaba la conceptualización teórica, el objetivo es ahora práctico, con la intención de ser útil a la sociedad. Imperativo que está presente desde el inicio de la investigación.

Una de las características fundamentales de este nuevo modo de producción del conocimiento frente al anterior es su transdisciplinaridad, más que su mono o multidisciplinaridad, es decir, el conocimiento no se produce dentro de una misma disciplina del saber, sino que abarca distintas disciplinas. Reúne a distintos profesionales y especialistas para que trabajen en equipo con problemas de un entorno complejo. Con estructuras organizadas de forma heterogénea, no jerárquica, y que son esencialmente transitorias. El conocimiento que se produce en base a un diálogo continuo entre todas las partes involucradas. La solución final estará normalmente más allá de cualquier disciplina individual que haya contribuido a la misma, pero incluyendo los intereses de todas los actores intervinientes, de ahí su transdisciplinaridad.

*“Han surgido nuevas formas de organización para adaptarse a la naturaleza cambiante y transitoria de los problemas abordados. Es característico que los grupos de investigación estén institucionalizados de forma menos firme; la gente se reúne en equipos y redes temporales de trabajo, que se disuelven una vez que el problema ha sido solucionado o redefinido.”<sup>23</sup>*

Las conductas, valores, los gustos, los ideales, las formas de hacer las cosas están sujetas a unas prácticas sociales propias de cada época, a un **paradigma**. Viene a significar estar plegado a un sistema de valores de una tradición cultural. Cada época tiene cierta disponibilidad para lo que se puede hacer y decir.

El nuevo conocimiento depende de las actuales tecnologías y las comunicaciones, pero éstas deben disponer de unos métodos de trabajo y un repertorio organizado. En este contexto de incertidumbre se aprecia más la importancia de la transdisciplinariedad.

---

<sup>23</sup> GIBBONS, Michael. *Op. cit.* (pág. 18)

### 2.2.3. Nuevo paradigma educativo. El constructivismo

Desde que el hombre comenzó a reflexionar sobre sí mismo, comprender cómo se construía el conocimiento constituía una preocupación filosófica constante. El ser humano es, en esencia, el resultado de su capacidad para adquirir conocimientos que le permitan explicar y controlar su entorno.

Desde este punto de vista filosófico, el constructivismo entiende que el conocimiento humano no se adquiere transmitido por el entorno o por otras personas de forma pasiva, sino que es procesado y construido de forma activa por el propio sujeto. Esta función cognitiva, que es esencialmente una construcción interior, también está al servicio de la vida, ya que constituye una función adaptativa, que permite a las personas organizar su entorno vital y social.

El Modelo Constructivista está centrado en la persona, en sus experiencias previas mediante las que realiza nuevas construcciones mentales. De manera genérica, el constructivismo considera que los aspectos cognitivos, sociales y afectivos del comportamiento de una persona, no son el resultado de la influencia de un entorno, ni de unas disposiciones internas como ya hemos comentado; sino que son una construcción personal que se produce constantemente como resultado de la interacción de los dos factores antes mencionados.

Todo conocimiento es una interpretación, una construcción mental, donde resulta imposible aislar al investigador de lo investigado. El aprendizaje es siempre una reconstrucción interior, subjetiva. Por lo que la objetividad, en sí misma, separada del hombre, no tiene sentido. En consecuencia, el conocimiento no pretende copiar la realidad, sino que el ser humano es quien lo construye, mediante esquemas que ya poseen (conocimientos previos).

Esta construcción es continua y se realiza en casi todos los contextos de la vida. En este sentido, hay ciertos aspectos que resultan fundamentales:

- La representación previa que se tiene de una nueva información.
- La actividad externa o interna que se desarrolla al respecto.
- Enseñar es más que impartir la lección.
- Aprender es más que aprenderse los contenidos y realizar unas actividades.
- La educación es más e implica “aprender a saber, aprender a hacer y aprender a ser”.
- El proceso es tan importante como el producto final.

Todo aprendizaje constructivo supone un proceso que se realiza a través de unos procesos mentales que conllevan la adquisición de un nuevo conocimiento. Pero este proceso no implica tan sólo la adquisición del nuevo conocimiento, sino sobre todo la posibilidad de construirlo y adquirir una nueva competencia que permite generalizar, es decir, aplicar lo ya conocido a una situación nueva.

Se ha comprobado que los estudiantes aprenden más eficazmente cuando lo hacen de forma colaborativa. Pero también que la enseñanza debe individualizarse de forma que se permita a cada alumno trabajar con independencia y a su propio ritmo. Al promover la colaboración y el trabajo en grupo, se establecen mejores relaciones con los demás, se aprende más, se aumenta la motivación, la autoestima y se aprenden habilidades sociales efectivas. El rol del docente cambia, pasa a ser un coordinador, un facilitador, un mediador y un participante más. El constructivismo supone un clima de armonía, de mutua confianza, donde los estudiantes se vinculan positivamente con el conocimiento y con su proceso de adquisición.

El profesor -como mediador del aprendizaje- debe conocer los intereses de los estudiantes, así como sus diferencias individuales -inteligencias múltiples-; debe conocer las necesidades evolutivas de cada uno de ellos/as y los estímulos de su entorno: familiares, comunitarios, educativos, etc.; Así como contextualizar las actividades que propone.

Los seguidores de los paradigmas anteriores, consideran que una persona no puede construirse su propia idea de lo que es el mundo, ya que puede llevarla a crear falsas concepciones de las cosas o ideas perjudiciales para la sociedad. En ese contexto, entienden que el papel que tradicionalmente ha desempeñado el profesor y los libros de texto se ve perjudicado. Prefieren el modelo en el que se le dice al alumno qué es lo que debe saber, y cómo debe aprenderlo. Se evalúa en qué medida se han alcanzado los objetivos propuestos.

Desde el punto de vista conductista:

- 'Enseñar' consiste en impartir la lección, cubriendo los contenidos del currículo y evaluar las habilidades requeridas para ciertas actividades indicadas.
- 'Aprender' consiste en conocer los contenidos de la lección, desarrollar las habilidades requeridas para realizar los objetivos propuestos y demostrar estas habilidades en la evaluación.

Según este modelo, el profesor es un experto, una autoridad en la materia que imparte. La conoce hasta sus más profundos matices, domina cada una de sus ramificaciones. En el aula, imparte la 'clase maestra', en la que los alumnos tienen una función pasiva, receptora, asimilativa. En la evaluación, el profesor evalúa a cada alumno en función de su capacidad para asimilar la lección tal y como fue

impartida. Todo el conocimiento –directamente relacionado con los contenidos impartidos o no- está supeditado a esa prueba.

Pero, como hemos comentado anteriormente, en el contexto de la sociedad actual en la que vivimos, con tanta información generándose al mismo tiempo, en ámbitos tan diferentes, todos de calidad, creada por diferentes especialistas y expertos en una disciplina... estar al tanto de todos los descubrimientos e innovaciones en un campo concreto del conocimiento resulta cada día más difícil.

Además, las tecnologías digitales se han implantado en los entornos de enseñanza y aprendizaje con multitud de aplicaciones, [programas](#) y recursos que facilitan, complementan y favorecen la generación, el intercambio y la transmisión de la información. Los sistemas pedagógicos tradicionales han obviado, hasta ahora, estas herramientas y estrategias, basando la capacidad del alumno exclusivamente en el resultado académico del alumno.

En este modelo tradicionalmente asumido, las personas que desarrollan el currículo son las que establecen los objetivos. Las estrategias se imponen desde afuera a cada estudiante. Desde un enfoque constructivista de la educación, es el estudiante quien debe establecer sus propias estrategias y sus objetivos. En lugar de prescribir objetivos educativos, el profesor apoya y orienta al alumno para conseguir el objetivo propuesto. El alumno adquiere capacidades para la reflexión, la proactividad, y la autorregulación. Las tareas deben ser diseñadas de forma que se acomode a las motivaciones, las necesidades y los objetivos individuales de cada alumno.

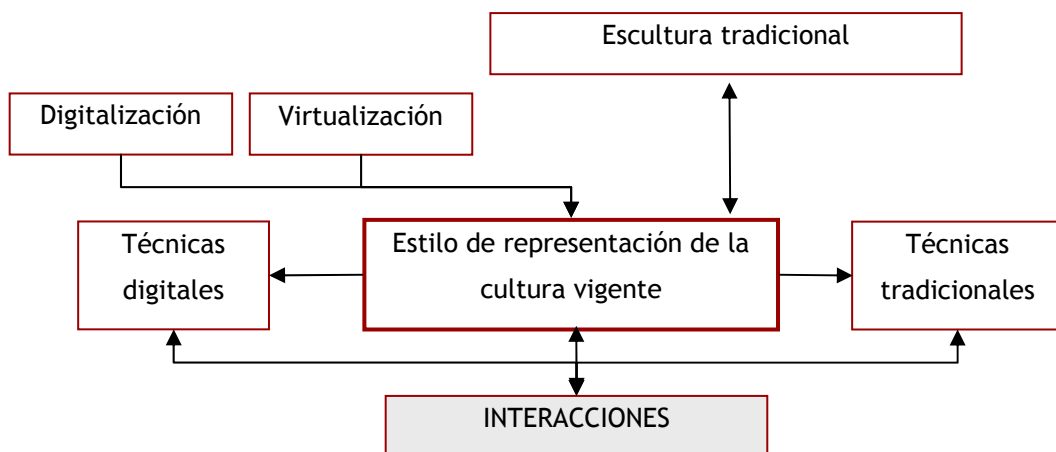
En este sentido, la función del currículo es orientar las intenciones educativas, para lo que se dispone de todo un nuevo repertorio de herramientas: [hipertexto](#), [bases de datos](#), sistemas expertos, recursos



multimedia, modelos de acción a imitar, planteamiento de problemas a resolver, comunidades virtuales de aprendizaje, etc. La ayuda que ofrece el profesor está orientada a las necesidades y las características de cada alumno. El rol del profesor cambia, de símbolo de autoridad que presenta y representa el conocimiento a ser un orientador avanzado que dirige al estudiante para completar ciertas tareas mediante su ayuda. Según progresa el alumno, según aumentan sus conocimientos y sus estrategias para enfrentarse a un problema, la función del profesor se va reduciendo hasta que éste alcanza la independencia completa, es decir, hasta que es capaz de enfrentarse por sí mismo y con completa independencia a un problema planteado. La función más importante del profesor es mostrar al alumno cómo se construye el conocimiento, así como promover la colaboración con otros alumnos para intercambiar soluciones, estrategias y perspectivas.

### 3. Tercera parte: Evolución de la informática hasta la aparición de las herramientas digitales susceptibles de ser empleadas por un escultor

Cada periodo de la historia ha tenido un estilo de representación vinculado a la cultura vigente. Este estilo está determinado por los [paradigmas](#) y la idiosincrasia que en ese periodo de la historia eran predominantes. La tradición escultórica de esa cultura ha generado una serie de técnicas y procesos que son ese "saber hacer" único y característico de esa cultura.



El estilo de representación ha ido evolucionando, al igual que la visión que hoy tenemos del mundo. Esto, unido a las técnicas de [digitalización](#) y virtualización que la tecnología y la [informática](#) nos ofrecen, da como resultado una serie de técnicas digitales susceptibles de ser empleadas con fines escultóricos. De la fusión de las técnicas nuevas y las antiguas, junto con ese estilo de representación propia de nuestra época, surgirán las interacciones entre las técnicas digitales y la escultura.

Pero para que pudiese llegar este momento han tenido que darse muchas situaciones, intencionadas o fortuitas, hemos tenido que explorar caminos que, en ocasiones, han resultado infructuosos o erróneos. Como en todos los avatares humanos, ensayo y error, ha sido el camino para la consecución de nuestras metas. Los avances en el terreno de la [informática](#) no han sido diferentes. Para comprender como ha sido su evolución hasta que han aparecido las herramientas susceptibles de ser empleadas por un escultor, se hace a continuación un somero resumen:

El concepto de informática se puede definir como el tratamiento automático de la información por medio de [ordenadores](#) o [computadoras](#). De ahí su nombre, de la capacidad de computar o medir datos a alta velocidad.

Los sistemas informáticos se dividen en dos partes, la parte física ([hardware](#)) y la lógica ([software](#)):

- Hardware: Lo componen los elementos físicos.
- Software: Es el conjunto de [programas](#) que permite controlar el funcionamiento del ordenador.

Si tenemos en cuenta que el [sistema operativo](#) creado por [Microsoft](#) - que revolucionó el mundo de la [informática](#) al hacerla accesible a un gran número de [usuarios](#)- apareció en 1995, la evolución desde entonces hasta el día de hoy no tiene comparación con ningún otro sector del conocimiento. Hagamos un repaso de su evolución para situarnos en contexto.

### 3.1. Hardware

El primer instrumento que se utilizó para el cálculo fue el ábaco. Lo inventaron los chinos y lo utilizaron los romanos hasta el siglo IV a. C.

En 1614, el escocés John Napier descubre los logaritmos, lo que permite reducir, mediante una simple suma, los resultados de complicadas multiplicaciones. Unos años después, se inventa la regla de cálculo, que estaba basada en los principios matemáticos de Napier.

En 1645 Blaise Pascal construyó una máquina para sumas y restas que estaba compuesta de ruedas dentadas que al girar permitían obtener el resultado de la operación (parecidos a los cuentakilómetros de los coches).

En 1675 Von Leibniz construyó otra capaz de realizar las cuatro operaciones básicas. El primer precedente de los [ordenadores](#) apareció en 1837 cuando Charles Babbage inició los esquemas de una máquina controlada por relojes. Sin embargo nunca llegó a construirse por su complejidad.

La primera máquina capaz de hacer cálculos la construyó Herman Hollerich. Era de tipo electromecánico. Éstas se fueron perfeccionando hasta llegar a la construcción del MARK-I por Howard H. Aiken. A partir de este momento la evolución de los ordenadores va por generaciones que se distinguen por los componentes del ordenador y la forma de realizar el tratamiento de la información.

- Primera generación (1946-1955): En este periodo los ordenadores se construían a base de válvulas de vacío y relés electromagnéticos. El procesador era secuencial. Las tarjetas perforadas introducían los datos. En esta época se construyó el

ENIAC que utilizaba alrededor de 19.000 válvulas de vacío y 1.500 relés. Ocupaba una gran habitación y solo trabajaba con veinte números de diez dígitos.

- Segunda generación (1955-1964): La aparición del transistor sustituye a las válvulas de vacío. Los transistores son mucho más pequeños, desprenden menos calor y se averían menos. Por lo que los ordenadores van reduciendo su tamaño. En este periodo se construyó el UNIVAC 1100.
- Tercera generación (1964-1970): Comienzan a utilizarse los circuitos integrados, formados por miles de transistores conectados entre sí e insertados en un solo [chip](#). Los ordenadores, que permiten ejecutar varios [programas](#) a la vez, reducen más su tamaño y aumentan su velocidad de cálculo. Comienza a estandarizarse los programas para crear [software](#), como el Fortran, el Basic y el Pascal.
- Cuarta generación (1970-1980): Se reducen aún más el tamaño de los ordenadores gracias a nuevos circuitos con mayor nivel de integración. En este periodo la empresa [Intel](#) desarrolla su primer [microprocesador](#). Aparecen nuevos entornos y lenguajes de programación como el C y el Prolog.
- Quinta generación (a partir de 1981): En 1981 IBM construyó el primer ordenador personal y revolucionó el mercado informático.

Los [ordenadores](#) trabajan en compatibilidad con una norma estándar. Las normas más conocidas en el mundo son: IBM y el Macintosh de [Apple](#). Esta, fue pionera en desarrollar la tecnología de los ordenadores, que luego la adoptó IBM. Pero [Apple](#) tenía una política de exclusividad: disponer de un producto caro y dirigido a un mercado específico, el diseño gráfico. En el sector de las artes gráficas, sólo existía software para Machintosh.

IBM construía las [computadoras](#) y vendía su propio software básico o de arranque, el [sistema operativo](#) OS, sin el que la máquina no funcionaba a un precio muy elevado. Otros fabricantes empezaron a construir [hardware](#) compatible con el OS de IBM, eran los PC's compatibles. Pero el precio del sistema operativo seguía siendo altísimo en comparación. Un joven emprendedor creó un sistema operativo compatible con el de IBM. Los PC's compatibles, fabricados por terceros se impusieron por su coste, IBM perdió el control.

La tecnología la marcaba la empresa que fabricaba los [microprocesadores](#), el corazón y cerebro de los [ordenadores](#). Y Bill Gates marcó el rumbo del mercado informático al desarrollar programas que aprovechaban al máximo las capacidades de esos microprocesadores.

En este sentido los últimos avances en la microinformática apuntan hacia la tecnología RISC de Arquitectura computacional (del inglés Reduced Instruction Set Computer), es decir, [Computadora](#) con Conjunto de Instrucciones Reducidas.

Es un tipo de [microprocesador](#) con las siguientes características fundamentales:

- Instrucciones de tamaño fijo y presentado en un reducido número de formatos.
- Sólo las instrucciones de carga y almacenamiento acceden a la memoria por datos.

Además estos procesadores suelen disponer de muchos registros de propósito general.

A lo largo de la historia de la industria de los ordenadores, la tendencia mayoritariamente aceptada para conseguir un aumento de prestaciones fue el incremento de la complejidad de las instrucciones. Es lo que se denominaba "[computación](#) con conjuntos de instrucciones complejas" o CISC (Complex Instruction Set Computing). Sin embargo, la tendencia actual, se esfuerza en conseguir procesadores con conjuntos de instrucciones de complejidad reducida o RISC. La idea es que un conjunto de instrucciones poco complejas son simples, y por tanto de más rápida ejecución, lo que permite crear un código más "aerodinámico".

El objetivo de diseñar máquinas con esta arquitectura es posibilitar la segmentación y el paralelismo en la ejecución de instrucciones y reducir los accesos a memoria. Las máquinas RISC protagonizan la tendencia actual de construcción de [microprocesadores](#). PowerPC, DEC Alpha, MIPS, ARM, etc. son ejemplos de algunos de ellos.

RISC es una filosofía de diseño de [CPU](#) para [computadora](#) que está a favor de conjuntos de instrucciones pequeñas y simples que toman menor tiempo para ejecutarse. El tipo de procesador más comúnmente utilizado en equipos de escritorio, el x86, está basado en CISC en lugar de RISC, aunque las versiones más nuevas traducen instrucciones basadas en CISC x86 a instrucciones más simples basadas en RISC para uso interno antes de su ejecución.

La idea fue inspirada por el hecho de que muchas de las características que eran incluidas en los diseños tradicionales de [CPU](#) para aumentar la velocidad estaban siendo ignoradas por los [programas](#) que eran ejecutados en ellas. Además, la velocidad del procesador en relación con la memoria de la computadora que accedía era cada vez más alta. Esto conllevó la aparición de numerosas técnicas para reducir el procesamiento dentro del CPU, así como de reducir el número total de

accesos a memoria. Una terminología más moderna se refiere a esos diseños como arquitecturas de carga-almacenamiento.

La evolución de la [informática](#) afecta a todos los aspectos de la vida y a todas las personas. Sus aplicaciones son muchísimas y afectan a todas las áreas de conocimiento: medicina, construcción y fabricación, industria, comercio, etc.

La utilización de circuitos con mayor nivel de integración, la bajada de precios y el continuo aumento de prestaciones y servicios generalizan la difusión del [ordenador](#).

El uso masivo de ordenadores genera la necesidad de comunicarlos, provocando la aparición de las redes como [Internet](#).

### 3.2. Software

La palabra [software](#) se utiliza para designar a la parte lógica del ordenador. Esta es el conjunto de programas que se utilizan para controlar y dirigir el funcionamiento del ordenador.

Dentro del software se distinguen tres grupos de programas en función del objetivo para los que hayan sido creados: el software de sistemas, el software de programación y el software de [aplicación](#):

- El software de sistemas lo constituyen los programas que se encargan de controlar, coordinar y gestionar todo el [hardware](#) del ordenador. Son los sistemas operativos, y actúan como intermediarios entre los componentes físicos del ordenador y el [usuario](#). Los sistemas operativos mas conocidos son: [MS-DOS](#), [Windows](#), [UNIX](#) y [Linux](#) y OS Mac.



- El software de programación son los programas que utilizan los programadores para crear nuevos programas. Los programas se crean utilizando una serie de lenguajes de programación, cada uno de ellos tiene un conjunto de palabras clave o instrucciones, con unas reglas sintácticas que establecen como se hacen los programas.
- El software de **aplicación** es el conjunto de programas que utilizan los usuarios para trabajar con el **ordenador**. Están creados con un lenguaje de programación concreto y se ejecutan en un determinado **sistema operativo**. Existen programas hechos a medida, o verticales, y los programas estándar u horizontales, que realizan tareas generales para un gran número de usuarios. Estos últimos pueden ser clasificados como **procesadores de texto**, hojas de cálculo, procesadores de imágenes, de **autoedición**, o CAD.

### 3.3. CAD-CAM

El término CAD proviene del inglés, *Computer Aided Design*, literalmente significa diseño asistido por ordenador. A su vez, CAM, *Computer Aided Mecanization*, es la mecanización asistida por ordenador. Ambos son un software que permite a ingenieros y diseñadores crear y confeccionar objetos tan dispares como edificios, puentes, carreteras, aviones, barcos, coches, cámaras digitales, teléfonos móviles, ropa u obras de arte.

Hoy en día, resulta una herramienta indispensable en el mundo de la industria ante la necesidad de mejorar la calidad y reducir los tiempos de producción y los costes. Abarcan tanto herramientas de modelado

geométrico como aplicaciones de análisis y cálculo de propiedades físicas como la masa, el volumen, la resistencia, el ensamblado, etc.

Pierre Bézier, ingeniero, matemático y artista francés, inventó para el dibujo de curvas un método matemático que, con el tiempo, iba a remplazar todas las anteriores aproximaciones. Esas curvas, que aún se usan en el software de diseño y modelación, han tomado el nombre de su inventor: curvas de Bézier. Estas se modifican gracias a unos puntos de control. Moviendo estos puntos, podemos deformar o modificar una curva o una superficie.

Patrick Hanratty creó en 1957 PRONTO, el primer software CAM. Por eso se le considera el padre del CAD/CAM.

A principios de los 60 Iván Sutherland el primer sistema grafico CAD llamado "Sketchpad". Por el alto precio de estos [ordenadores](#) solo algunas compañías de aviación o automóviles desarrollaron en los 60 estos tipos de software. Una de ellas, Renault.

Algunos de sus ingenieros empezaron, por diversión, a dibujar formas abstractas y con las máquinas de control numérico del taller de prototipos las tallan por simple gusto. Por la misma época para su tesis el Doctor Georg Nees fabricó varias esculturas en madera y aluminio con la misma técnica. Estas fueron las primeras pruebas de la escultura mecanizada.

En los años 70 este tipo de software comenzó su [migración](#) de la pura investigación hacia su uso comercial. Aunque todavía el software fuera desarrollado por grupos internos de grandes fabricantes de automoción y aeroespaciales como General Motors, Mercedes-Benz, Renault, Nissan,

Toyota, Lockheed, McDonnell-Douglas, Dassault. Dassault empresa Francesa de aviación desarrolla el primer programa CAD/CAM llamado DRAPO iniciales de definición y realización de aviones por ordenador.

En esta década, la escultura digital irrumpe realmente en el mundo del arte a través del escultor alemán Eberhart Fiebig que dibuja proyectos monumentales asistido por un ordenador. El español José Luis Alexanco diseña con un ordenador figuras antropomórficas acumulando unas encima de otras láminas discoidales que aglutina con resinas. El francés Yves Kodratoff con una maquina de control numérico excava bloques de yeso en una galería y bajo las órdenes del público. ¡Obras realmente interactivas!

En los años 80 el empleo del CAD/CAM se generaliza en las empresas industriales. Había comenzado como un tema de investigación que fue floreciendo en paralelo con el avance de los ordenadores. Con la llegada de la micro-informática y las tecnologías de prototipado rápido vuelve a surgir la "computer sculpture" que está transformando los métodos de visualización y fabricación en el mundo del arte (escultura, fotografía, cine, del diseño, o de la arquitectura).

A partir de los 90 la industria del CAD/CAM genera miles de millones de euros con software como "CATIA" de la francesa Dassault systèmes, o las estadounidenses Parametric Technology y Autodesk entre otras muchas más.

### 3.4. CNC y PR

En la fase de fabricación o producción, una de las técnicas más utilizadas es el Control Numérico. Se trata de una tecnología que utiliza instrucciones programadas para controlar las máquinas que cortan, transforman o pulen una materia prima en un producto acabado.

Las fresadoras de control numérico por [computadora](#) (CNC) y las máquinas de "Prototipado Rápido" (PR), herramientas más propias de laboratorios de ingeniería y diseño industrial, se han desarrollado en base a las fresadoras convencionales. En estas, las herramientas son desplazadas al menos en 3 ejes (X, Y, Z...) gracias a unas manivelas movidas a mano. La base de las fresadoras de control numéricos es simple: Se reemplaza las manivelas por motores de posicionamiento y sistemas electrónicos para controlar el uso y la posición de las herramientas.

Los primeros controles numéricos no utilizaban interfaz, controlaban la posición de las herramientas gracias a una banda perforada. Cuando se pudieron controlar con un [ordenador](#), el operario podía teclear la secuencia de movimientos (G-codes o programa numérico) para que la máquina realizara la operación.

El siguiente paso fue utilizar un ordenador personal conectado al controlador CNC a través de un cable serie o [USB](#). Por lo tanto en este caso el operador puede hacer funcionar la fresadora CNC mientras prepara el siguiente programa numérico. El programa se puede escribir en un [archivo](#) "Bloc de notas" y son simplemente una serie de coordenadas a seguir por la maquina. Estos [programas](#) numéricos o G-codes tiene este aspecto:

G01 X43.625 Y4.568 Z1.600 F600  
X43.625 Y4.568 Z-8.797  
X43.710 Y4.672 Z-8.668  
X44.041 Y4.900 Z-8.334  
X44.192 Y4.953 Z-8.234  
X44.344 Y5.006 Z-8.156  
X44.501 Y5.041 Z-8.095  
X44.657 Y5.075 Z-8.052  
X45.274 Y5.100 Z-8.015 ...

Una serie de puntos que uno tras otro forman la trayectoria que la fresadora va seguir para realizar la pieza.

La fabricación para una pieza se hace normalmente con tres diferentes [software](#):

- Primero se hace el diseño de la pieza con software CAD.
- Después se calculan las trayectorias para poder realizar la pieza anteriormente diseñada y se añade las velocidades de avance, velocidades de giros y diferentes herramientas de corte con el software CAM.
- Por ultimo el software de Control recibe las instrucciones del CAM y hace que la fresadora se mueva según esas trayectorias.

El [software](#) de control viene con la maquina, el CAD Y el CAM no. Los [archivos](#) geométricos más comunes son los STL, IGES, 3DM para archivos en 3D, DXF para archivo en 2D y 3D y HPGL para archivos en 2D. Estos son archivos estándar que pueden ser utilizados por la mayoría de los programas software CAD más conocidos.

Para llevar el archivo geométrico al software de control, la comunicación se realiza por medio de programas de control numérico. Existen varios formatos de control numérico pero el más utilizado es G-codes. Se supone que es un formato estándar pero muchos fabricantes de máquinas lo transforman con algunos detalles. Por eso el software CAM debe tener un post-procesador para adaptar el G-codes al controlador que utilicemos. Los buenos software CAM tienen un post-procesador con una biblioteca de máquinas y si nuestra máquina no aparece el post-procesador puede ser configurado para el controlador de nuestra fresadora CNC.

Estas máquinas tenían un precio tan elevado a principios de la década de los años 90 que sólo podían permitírselas algunos laboratorios de ingeniería y grandes estudios de diseño industrial. Ahora su precio ronda el de un coche de lujo.



*Figura 01: Modelo actual de fresadora CNC.*

El Prototipado Rápido (PR) es una tecnología que posibilita al escultor producir modelos y piezas directamente a partir del modelo sólido 3D generado en el sistema CAD. Al contrario de los procesos de elaboración tradicionales que sacan o ponen material bruto para obtener el modelo deseado, con los sistemas de PR generan la pieza a partir de la unión aditiva de líquidos y polímeros, capa por capa, a partir de secciones transversales de la pieza obtenidas a partir del modelo 3D.

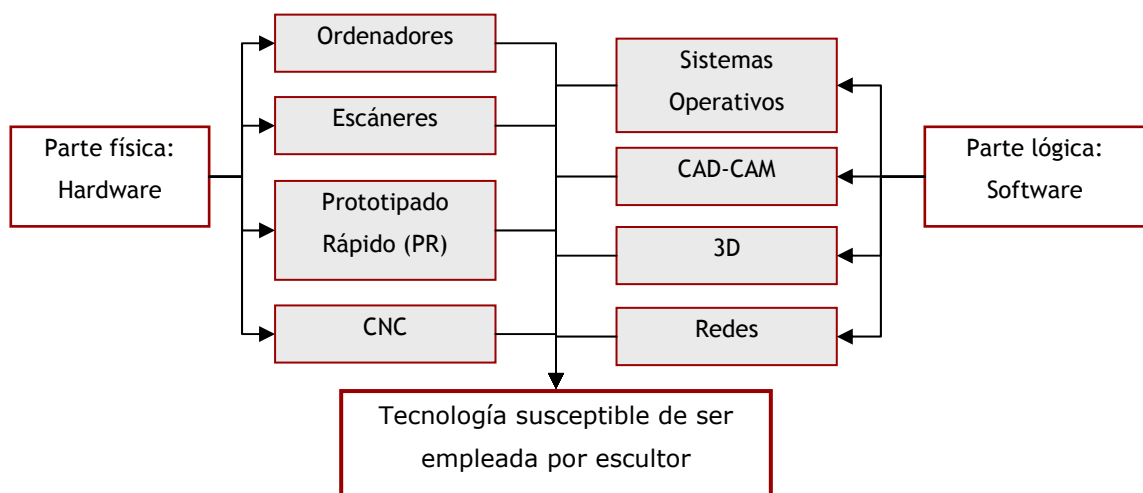
Pero las máquinas de PR pueden producir piezas en plásticos, madera, cerámica o metales. Los datos para las máquinas de Prototipado Rápido son generados por los sistemas CAD en formato STL, que aproxima el modelo sólido por pequeños triángulos o facetas. Cuanto más pequeños sean estos triángulos, mejor la aproximación de la superficie, es decir, que aumenta la resolución y la fidelidad con el modelo real. También reduce el coste de producirla, al igual que el tiempo de ejecución, aunque lógicamente a mayor tamaño del [archivo](#), mayor tiempo de procesamiento.

Una vez que el [archivo](#) STL es generado, las demás operaciones son ejecutadas por el propio programa que acompaña a las máquinas de PR. Básicamente este programa realizara operaciones básicas de visualización y la generación de secciones transversales del modelo que será construido. Tales datos serán entonces transmitidos a la máquina que ira depositando sucesivas capas hasta que la pieza sea generada.

El proceso de materialización de la escultura puede dejarse en manos de estas máquinas -al igual que el artista que puede permitírsele deja a sus ayudantes o a empresas subcontratadas el desbaste, el pulido, el escalado o fundición de sus piezas- las labores más rutinarias y menos creativas y dedicar más tiempo a lo que realmente le define como tal: la creación.

### 3.5. Técnicas digitales susceptibles de ser empleadas por la escultura

El material conforma el uso del objeto y su resultado. Y cada material requiere un tipo de técnica, de herramienta y un uso concreto. El escultor, como demiurgo ecléctico por antonomasia, ha sabido buscar desde siempre los materiales y los procesos que mejor se adaptasen a la obra que tuviese en mente.



Para que pudieran darse las condiciones para que la tecnología ofreciese herramientas que pudieran ser utilizadas por un escultor, han tenido que converger al mismo tiempo distintos factores y situaciones. Como se ha expuesto anteriormente, la evolución de los soportes físicos ([hardware](#)) posibilitó los avances en las aplicaciones ([software](#)). Estas controlan los distintos dispositivos hardware, que serán las herramientas mecánicas que producirán finalmente la obra. Pero sin el elemento de la conectividad, este flujo de información computerizada no sería posible.

Mediante las redes de comunicación, tanto locales como globales, la información creada y/o modificada puede ser transmitida entre distintas



máquinas, independientemente de su ubicación física, para poder ser materializada en el lugar y contexto que el autor decida.

Como ya se ha dicho, las formas conseguidas mediante técnicas digitales están exentas de las limitaciones de las leyes físicas. Pueden estar libres de gravedad, flotar en el espacio, ser inestables, estar formadas por distintos materiales o materiales que no le son propios, pueden ser incoherentes o fantásticas. Podemos observarla desde puntos de vista que nos resultarían imposibles si se tratara de un objeto real -como desde un punto de vista subterráneo o desde dentro del mismo objeto-, modificar sus condiciones de luz o materia. Y sobre todo, pueden ser modificadas o manipuladas de la forma que deseemos y las veces que queramos.

Es evidente que las técnicas digitales amplían las posibilidades creativas del escultor. Y aún no están acotadas todas sus posibilidades, esto no ha hecho más que empezar. Pero es el momento de distinguir las diferentes opciones que estas técnicas pueden ofrecernos, básicamente se pueden agrupar de la siguiente forma:

- Técnicas de creación: Software CAD y 3D.
- Técnicas de producción: (estereolitografía, sinterizado láser, CNC, PR, etc.)

Las técnicas digitales aplicadas a la escultura pueden emplearse tanto en la fase de creación como en la de producción, excluyéndose una a otra, o ambas combinadas. Esto genera un mundo de posibilidades, en la que tiene espacio cualquier planteamiento, desde los más tradicionales ligados a la tangibilidad de la materia, como los más virtuales. Pueden darse muchas combinaciones posibles, pero de forma elemental se pueden resumir como sigue:

- (1) Obra tradicional realizada con materiales físicos  
(tangible - tangible)
- (2) Boceto tradicional + escáner 3D + torno mecanizado  
(tangible - intangible - tangible)
- (3) Modelado 3D + Mecanizado  
(intangible - tangible)
- (4) Modelado 3D + Soporte no material  
(intangible - intangible)

A continuación voy a ir detallando cada una de estas posibles combinaciones desde el proceso inicial creativo hasta la consecución de la obra terminada:

1.- Obra tradicional realizada con materiales físicos  
(tangible - tangible)

En este caso se trata del procedimiento tradicional para la ejecución de una obra, es decir, se utilizan materiales tangibles (mármol, madera, basalto, barro, hierro, resinas, bronce, etc. Tanto para la realización de los bocetos iniciales como para la ejecución de los pasos intermedios de la obra o la ejecución final. Conste de las fases que conste, siempre se utilizan materiales físicos, con los que el autor o los operarios tienen que utilizar una serie de técnicas depuradas a través de la tradición o emplear sus propios métodos para resolver los conflictos que se presenten.

## 2.- Obra tradicional + escáner 3D +mecanizado (tangible - intangible- tangible)

Aquí se utilizan ciertos avances de la técnica para simplificar el proceso de ejecución. Básicamente consiste en utilizar materiales tangibles y técnicas tradicionales para modelar o tallar una pieza. El tamaño de ésta, es decir, si se realiza en el tamaño real final o uno más reducido es competencia exclusiva del autor y quizás de ciertas limitaciones técnicas en función de la obra que se pretenda realizar.

Una vez terminada, se escanea mediante un escáner 3D que toma millones de puntos de la pieza en todas sus dimensiones girando alrededor de ella. Este proceso puede durar muchas horas. A esta altura del proceso, la obra ya no es tangible, es decir, sólo existe como una serie de datos digitales, se ha convertido en un objeto inmaterial, intangible.

Esos datos digitalizados pueden procesarse en un torno mecanizado. La elección de uno u otro estará en función de los objetivos perseguidos, los materiales, los costes, etc. Ese torno automático interpreta los códigos generados para tallar la pieza antes escaneada. Esto permite liberar al autor del tiempo que emplearía en tallar el mismo la pieza, aunque también pierde la sensación siempre gratificante de hacerlo con sus propias manos. Este es el proceso seguido por la mayoría de los escultores analizados en el capítulo 3 de este trabajo.

Existe una modalidad intermedia: Esa obra escaneada y que ahora está formada por datos numéricos, también puede ser modificada o alterada mediante software digital. Podemos crear una forma básica que luego escaneamos y modelamos, pero también podemos utilizar las herramientas digitales para dar a la obra cierto tratamiento. Las posibilidades son infinitas.

### 3.- Modelado 3D + mecanizado (intangible- tangible)

Pero también podemos utilizar las posibilidades que nos ofrecen las técnicas digitales para modelar nuestra obra. Mediante una amplia gama de [software](#) disponible, podemos realizar nuestra obra de manera totalmente intangible, es decir, creada digitalmente de principio a fin. Aquí, los inconvenientes de fallos en la calidad del material, los propios errores o las escalas y proporciones no suponen un problema como el modo tradicional, al contrario, se pueden utilizar en nuestro beneficio.

Una vez terminada, utilizar el proceso de mecanizado industrial para tener la pieza definitiva en el material elegido. Una de las ventajas principales de este procedimiento es que podemos disponer de todas las copias que queramos de nuestra obra, todas exactamente iguales entre ellas. También podemos ejecutar la misma obra en distintos materiales, etc.

### 4.- Modelado 3D + soporte inmaterial (intangible- intangible)

La misma obra anteriormente realizada mediante técnicas digitales, puede ser en sí misma una obra final dependiendo del soporte que elijamos para mostrarla. Puede mostrarse mediante video, a través de [Internet](#), de instalaciones [multimedia](#), puede dotársela de terminales con los que los [usuarios](#) puedan interactuar y cambiar su comportamiento, etc. Aquí las posibilidades se hacen casi infinitas, quedando a merced de la imaginación de cada uno otras muchas posibilidades. La creación despliega un abanico inmenso donde tiene cabida cualquier otra disciplina y, en donde las interacciones entre la escultura y otras diversas técnicas manifiestan todas sus posibilidades. Algunos de estos ejemplos y técnicas serán analizados más adelante en este trabajo.

Es cierto que la mera representación de un volumen en una superficie plana, como una pantalla, no puede considerarse una escultura en sí. Pero aquí nos la tomamos como una limitación técnica. Hasta este momento, aún no se ha inventado la tecnología que nos permita “materializar” de alguna forma esa obra creada virtualmente, y poder, por ejemplo, movernos alrededor de ella. En el momento en que eso sea posible, estaremos hablando de escultura puramente **virtual**, con las implicaciones revolucionarias que ese hecho puede constituir.

### **3.5.1. Aplicaciones digitales para la creación**

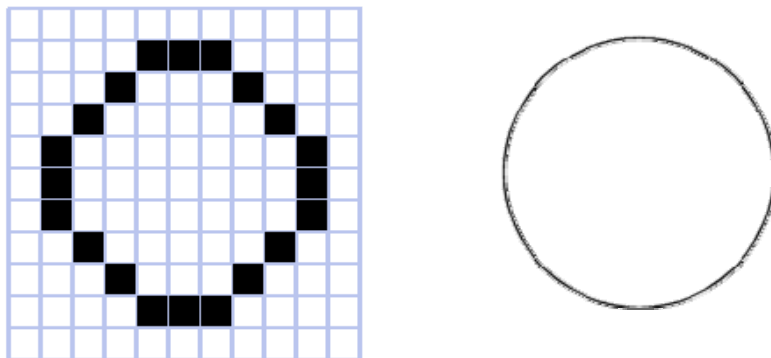
#### 3.5.1.1. Aproximación básica conceptual

Al analizar las técnicas de creación deberíamos enumerar, en primer lugar, las aplicaciones destinadas a generar objetos. Aquí surge la primera disyuntiva: aplicaciones planas (o bidimensionales) o con volumen (tridimensionales). Como las aplicaciones bidimensionales de dibujo son suficientemente conocidas y existe multitud de información sobre ellas voy a resumir brevemente sus características y algunos de sus principales ventajas.

Las aplicaciones bidimensionales (es decir, 2D) son las que nos permiten dibujar sobre un plano, es decir, sobre una superficie con una anchura y una altura. Pero esta generalidad tiene sus matices: podemos crear objetos de dos tipos:

- Imágenes de mapas de **bits**
- Imágenes vectoriales

Una imagen de mapa de **bits** (o bitmaps) está compuesta por una serie de puntos (o **píxel**), que contienen información acerca de su posición y su valor de color. Cada imagen tiene un número determinado de píxeles. A mayor número de píxeles, mayor calidad de imagen, esto es la resolución de imagen. Las imágenes de mapa de bits dependen de esta resolución.



*Figura 02: Ejemplo de un círculo bitmap (izq.) y vectorial (der.)*

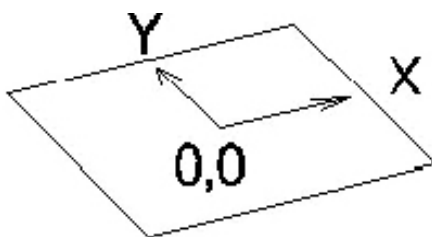
Cuando se trabaja sobre un mapa de **bits**, en realidad estamos trabajando sobre cada uno de estos puntos. El **píxel** es, dentro de esa imagen, la unidad de información mínima. Los píxeles están colocados de tal manera que juntos forman una rejilla, cada celda de la rejilla es un píxel y todos juntos forman la imagen. Al modificar esta rejilla, por ejemplo, ampliando su tamaño, cambiamos la distribución, el número y la información de color de cada uno de ellos, por tanto, afectando directamente a la imagen que forman, a su resolución, mostrando una imagen borrosa.

La resolución y el tamaño de **archivo** está relacionada de forma proporcional. Por ejemplo, una imagen de 1x1 cm. con una resolución de 72 ppp. contiene un total de 5.184 píxeles. Esa misma imagen con una resolución de 300ppp. contendría un total de 90.000 píxeles. Esta diferencia afecta al tamaño de archivo. Uno de los principales

inconvenientes que tienen los bitmaps de alta resolución es el enorme espacio que ocupan llegando a crear archivos de demasiado peso para ser manejados con facilidad; para evitar este problema se han desarrollado diferentes técnicas de compresión, éstas tratan de reducir mediante [algoritmos](#) matemáticos el volumen del archivo.

Las fotografías obtenidas mediante una cámara digital y las imágenes capturadas con un escáner son mapas de [bits](#). La calidad de estas imágenes se determina al crearlas, lo que afectará a los usos que pretendamos darlas si no son los previstos por el creador.

Programas informáticos para la creación y modificación de bitmaps hay muchos, comerciales o de [código abierto](#), a parte los proporcionados por las distintas marcas de [hardware](#) (escáneres y cámaras de fotos). El más conocido entre los comerciales es [Adobe Photoshop](#), pero existen tantos que es imposible citarlos todos, algunos de los más conocidos son: XnView, [Picasa](#) ([google](#)), Gimp (entorno [Linux](#)), Corel Paint, etc.



*Figura 03: Plano 2D.*

Las imágenes 2D, vectoriales se construyen mediante vectores, que son una serie de puntos ubicados en ese espacio de manera matemática. Cada punto se define por su posición en los planos "X" e "Y". Son las curvas Bézier comentadas anteriormente. Una curva queda definida por

unos nodos o puntos en una posición determinada. Estos puntos pueden moverse a nuestro gusto, modelando la forma de la curva.

La principal ventaja para utilizar formatos vectoriales es que, al estar formadas por fórmulas matemáticas, la resolución es infinita, es decir, la imagen se puede escalar, ampliando o reduciendo, sin que la visibilidad de la misma se vea afectada, ni en pantalla ni al imprimir. Otra ventaja es que la imagen vectorial nos permite crear contornos de línea variable y la definición y modificación de su color y aspecto. La forma creada es fácil de controlar con precisión y cada objeto es independiente del resto ya que esta construido con su propia fórmula matemática.

Generalmente, estas aplicaciones 2D son herramientas de dibujo. Las más conocidas son, entre las profesionales, [Adobe](#) Illustrator, FreeHand, [Flash](#), Autodesk AutoCAD, Catia, etc. Y entre las populares citaré Corel.

Aunque cada programa tiene su formato, a lo largo del tiempo se han ido estableciendo una serie de formatos estándares para exportar e importar [archivos](#) entre varias aplicaciones. Los más conocidos son EPS y DXF.

Las aplicaciones que permiten generar volumen o tridimensionalidad se conocen como aplicaciones 3D. Los gráficos tridimensionales surgieron inicialmente en el entorno de los [programas](#) de CAD, y aunque después han aparecido otros modeladores menos técnicos, la ventaja conseguida por el CAD afecta a la influencia de este sector sobre los demás.

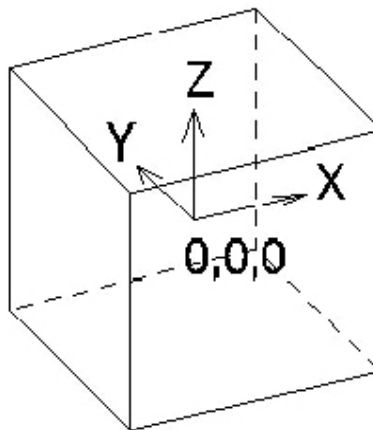
Un gráfico 3D difiere de uno 2D en primer lugar por cómo ha sido generado. Estos gráficos se crean mediante un proceso de cálculo matemático sobre una malla o rejilla tridimensional. La posición de un



punto en el espacio se define por unos valores numéricos en tres ejes X, Y, Z, para conseguir la proyección espacial de ese punto. Los valores para cada uno de estos ejes pueden ser positivos o negativos.

- El eje X es horizontal y positivo de izquierda a derecha.
- El eje Y es vertical y positivo de abajo a arriba.
- El eje Z es perpendicular a la vista (pantalla) y positivo en dirección al **usuario**.

Inicialmente, al dibujar un punto, este por defecto se sitúa en la coordenada (0, 0, 0) que correspondería al centro de esa malla o rejilla y en el suelo –por entendernos-. En el momento que demos un valor positivo al eje Z (0, 0, 1) el ese punto se “elevaría” una unidad sobre el suelo. Si el valor fuese negativo en ese mismo eje (0, 0, -1), el punto se “hundiría” una unidad bajo el suelo que constituye esa malla.



*Figura 04: Plano 3D.*

Para exportar formas de objetos 3D, se ha impuesto la especificación DXF para intercambiar esa información. Pero cuando queramos aprovechar toda la información de nuestra escena (texturas, luces, cámaras, etc.) pueda ser utilizada en otros programas, no es tan sencillo, ya que en este caso cada programa tiene su estándar, aunque cada vez se está empleando más el formato 3DS del programa 3DStudio (de Autodesk).

Más importante que conocer los formatos que imponen los programas 3D que más se utilizan, es saber que existen ciertas especificaciones o **APIs** -Application Programming **Interface** (interfaz de programación de aplicaciones)- que se están fijando como estándares en los sistemas operativos y aplicaciones más importantes, entre estas se encuentran las librerías OpenGL de Silicon Graphics, QuickDraw 3D de **Apple**, BRender de Argonaut **Software**, RenderWare de Criterion Software, Reality Lab de **Microsoft**, 3DR de **Intel** y ACIS de Spatial Technologies.

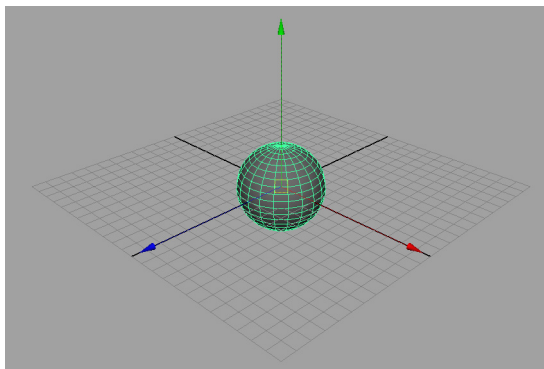
- OpenGL -Open Graphics Language (lenguaje gráfico abierto)- es un estándar de programación gráfica que empezó siendo una **API** propietaria de Silicon Graphics pero que actualmente se distribuye como una librería especializada en funciones 2D y 3D, soportando características tales como relleno de polígonos con color, relleno de polígonos con texturas, iluminación, animación, efectos atmosféricos, aceleración de **hardware**, etc. Dado su carácter abierto, precisa de una interfaz complementaria de gestión de pantalla, tal como X **Windows** o Microsoft Windows. Su principal virtud, y al mismo tiempo su mayor pega, ya que le obliga a utilizar más tiempo de procesado, es su gran precisión, que si en el entorno de las estaciones de trabajo del que procede, no era un gran problema, sí lo es cuando se aplica en un PC de nivel medio o bajo, siendo ideal su aplicación en un PC multiprocesador, con hardware de aceleración y Windows NT, donde se puede distribuir el proceso 3D Pipeline entre los distintos procesadores.

- QuickDraw 3D es una [API](#) avanzada que opera a nivel del sistema en forma transparente, y por lo tanto, permite operaciones como copiar un objeto 3D con texturas de un programa a otro, independientemente del tipo de programa (diseño, procesador de textos, etc.), donde se le puede editar. Soporta funciones avanzadas como rendering tipo Phong, [hardware](#) de aceleración, traza de rayos (ray tracing) y ampliaciones plug-ins. Por lo que respecta a los usuarios de PCs, la información más interesante sobre QuickDraw 3D, es que después de implantar QD3D en los Power Macs, [Apple](#) quiere sacar una versión para Windows.

En cuanto a las librerías BRender, RenderWare y Reality Lab, lo más importante es saber que son [APIs](#) de renderizado rápido (y por lo tanto, de menor precisión) especializadas en las áreas del entretenimiento y la [multimedia](#). No están ligadas a plataformas específicas, sirviendo tanto para Windows 95, PowerPC, Sony PSX, Sega Saturn, 3DO, Nintendo's Reality Engine, etc. 3DR es una interfaz creada por [Intel](#) que solo opera en Windows, pero que al contrario de las restantes, se distribuye gratuitamente sin costes de licencia.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Extraído de : <http://www.idg.es/pcworld/Conceptos-basicos-de-graficos-3D/art33575.htm>



*Figura 05: Espacio de trabajo aplicación 3D.*

Es indudable que siempre será más descriptiva una representación 3D en algunos objetos, (como un motor, un edificio o una escultura), donde la superposición de planos y formas tienen una importancia determinante para entender su tridimensionalidad. Si a esto le añadimos el movimiento –tanto de la cámara como de las piezas que lo constituyen- la fidelidad y comprensión será mucho más cercana a la realidad. Además, al poder visualizar estas representaciones tridimensionales desde cualquier punto de vista, incluso desde el interior, su comprensión es mucho más rápida y fiel.

Mediante la representación y animación con gráficos 3D se consigue visualizar escenas tan asombrosas como las que se muestran en las películas como “La máscara”, “Parque Jurásico”, “Spiderman” o “StarWars”. La inclusión de efectos especiales en las animaciones ha dejado de ser una actividad reservada a las películas de ciencia ficción y ha empezado a ser una práctica generalizada en cualquier demostración que desee llamar la atención, ya sean cabeceras de programas de TV, anuncios publicitarios, las representaciones de escenarios, de stands, o concursos y emplazamientos de esculturas. Donde poder visualizar el resultado final es muy importante antes de realizar cualquier inversión económica o intervención.

El sector de los videojuegos es otro de los sectores que más demanda e innova con gráficos 3D. Algunas técnicas son casi exclusivas de este sector, como ciertos renderizados, texturas o las animaciones en tiempo real. Estas técnicas son extensibles a simuladores de vehículos y mundos virtuales.

#### 3.5.1.2. Aproximación aplicaciones software

Una vez completada esta primera aproximación, se puede establecer un primer nivel de diferenciación, una categoría genérica que nos ayude a clasificar y parametrizar las distintas soluciones que aportan estas aplicaciones. Este primer nivel será el tipo de **software**, es decir, si se trata de un software libre o privativo. Esta elección es determinante, ya que influirá en gran medida en los resultados y opciones que podemos emplear para conseguir nuestro objetivo.

- Un software es privativo cuando es desarrollado por una empresa con fines lucrativos.
- Un software es libre cuando sus desarrolladores, sean una empresa u otro colectivo, lo desarrollan de manera altruista para que sea utilizada y mejorada por cualquier persona con los conocimientos necesarios.

A pesar de existir muchas aplicaciones de modelado y animación 3D, algunas de las más populares entre las privativas son:

- **Maya.** Es el software de modelado más popular hoy en día. Fue adquirida por Autodesk a la empresa fabricante ALIAS. Es utilizado por los estudios de efectos visuales más importantes en combinación con RenderMan, el motor de render muy realista de Pixar. Casi todas las películas antes mencionadas tiene alguna parte desarrollada con esta [aplicación](#).
- **3D Studio Max.** Desarrollada por Kinetix una división de Autodesk. Es el líder en el desarrollo 3D de la industria del videojuego e industrial. Es muy utilizado a nivel amateur.
- **Softimage XSI.** El principal contrincante de Maya. En 1987, la compañía Softimage Inc,, desarrolló Softimage|3D, que se convirtió rápidamente en el programa de 3D más popular de aquella época. En 1994, Softimage Inc fue adquirida por [Microsoft](#) y se reescribió SoftImage|3D para [Windows](#) NT. El resultado se llamó Softimage|XSI. En 1998 Microsoft vendió Softimage a Avid.
- **Autodesk Mudbox.** Es una solución de escultura 3D de alta resolución pensada para crear los modelos orgánicos más detallados y que producen los efectos visuales más exigentes, fácil de aprender y utilizar, y que se integra directamente con cualquier entorno de producción nuevo o existente. Diseñado por expertos profesionales del cine, los videojuegos y el diseño, Mudbox proporciona a los modeladores y a los creadores de texturas en 3D, la libertad para la creación sin preocuparse por los detalles técnicos. Es una solución digital de escultura y pintura de texturas, que combina una interfaz de [usuario](#) muy intuitiva con potentes herramientas para generar modelos 3D con mucho detalle y un elevado número de polígonos. Mudbox rompe los moldes de las aplicaciones de modelado 3D tradicionales con un modelado orgánico 3D basado en pinceles que aviva el proceso creativo.

- **Lightwave 3D.** Fue desarrollado por la compañía NewTek Inc. en 1989. El software consta de dos partes, Modeler desarrollado por Stuart Ferguson en 1986 y Layout desarrollado por Allen Hastings en 1989 para los [ordenadores](#) Commodore Amiga como parte del editor lineal/no-lineal VideoToaster. Más tarde evolucionó en un avanzado [paquete](#) de modelado animación, VFX y render para diversas plataformas: Amiga, PC Windows, [Apple](#) Macintosh, Silicon Graphics, Dec Alpha, Sun Microsystems y Mips. Actualmente disponible para Windows, [Mac OS](#) y Mac OS X. Es utilizado en multitud de estudios para efectos visuales y animación de cine y televisión como Digital Domain, Dreamworks, , Pixel Magic, The Embassy, JPL-Nasa, Zoic Studios, Cafe FX etc.
- **Pixologic ZBrush.** Es una solución para pintura y escultura digital que ha revolucionado el mundo del 3D con sus características y [flujo de trabajo](#). ZBrush ofrece las herramientas más avanzadas del mundo a todos los artistas digitales. Con muchas funciones, desarrollado con el deseo de ser productivo, gracias a su capacidad para esculpir millones de polígonos. Diseñado en torno a un principio de menús interactivos en el trabajo de ZBrush en un no-lineal y libre. Esto facilita la interacción con los modelos 3D, 2D y 2.5D pixol (pixel en 3d), de una manera nueva y única. ZBrush ofrece todas las herramientas necesarias para crear dibujos en 3D o conceptos y luego aplicarlos a las etapas finales. Se pueden crear representaciones realistas directamente en ZBrush con efectos de iluminación o aire, o el uso de las funciones de exportación, y preparar el modelo para la impresión 3D o aplicar las soluciones digitales en todos las demás utilidades 2D y 3D. Se puede esculpir y pintar con millones de polígonos con la potente tecnología sin preocuparse por las restricciones. No es necesario comprar la tarjeta de gráficos cara, ZBrush se adaptará al equipo y no al contrario. Es por eso que ZBrush es muy utilizado, desde apasionado principales estudios de cine y los videojuegos en todo el mundo.

Otras aplicaciones no tan populares son:

- **Caligari trueSpace.** [Aplicación](#) en la que todas las fases de creación de gráficos 3D son realizadas dentro de un único programa. Provee características como simulación de fenómenos físicos (viento, gravedad, colisiones entre cuerpos).
- **Cinema4d.** Motor de rénder rápido, con cálculo de radiosidad.
- **FormZ.** Ofrece manipulación topológica de las geometrías.
- **Rhinoceros 3D.** Un potente modelador bajo NURBS.
- **RealSoft3D.** Modelador 3D para [Linux](#) y Windows. Incluye render.
- **Universe.** [Paquete](#) de modelado y animación con uno de los motores de rénder más rápidos que existen.

Ejemplos de [programas](#) libres son:

- **Blender.** Es un programa libre de modelado, animación, iluminación y renderizado, con simulación de partículas y física de fluidos, cuerpos rígidos y suaves en tiempo real (necesarios para su motor de juegos), con posibilidad de edición y composición de imágenes y video. Puede importar/exportar distintos formatos de imagen 2D ([bmp](#), [jpg](#)...) y modelos y escenas 3D (3ds, obj...), y además ofrece la posibilidad de programar scripts en Python.
- **POV-Ray.** Avanzado software gratuito de Raytracing. Usa su propio lenguaje de descripción de escena, con características como macros, bucles y declaraciones condicionales. Es



completamente gratuito aunque no fue lanzado bajo GPL. No incluye modelador.

- **Kerkythea.** Programa gratuito que hace renderizados realistas a partir de las propiedades físicas de la luz.

Los gráficos 3D se han convertido en algo muy popular, particularmente entre los videojuegos, se han creado [APIs](#) especializadas para facilitar los procesos en todas las etapas de la generación de los gráficos. Estas [APIs](#) han demostrado ser vitales para los desarrolladores de [hardware](#) para gráficos por [computadora](#), ya que proveen un camino al programador para acceder al hardware de manera abstracta, aprovechando las ventajas de tal o cual placa de video.

Las siguientes [APIs](#) para gráficos por computadora son particularmente populares:

- OpenGL
- Direct3D (subconjunto de DirectX para producir gráficos interactivos en 3D)
- RenderMan

#### 3.5.1.6. Creación de gráficos 3D

El proceso de la creación de gráficos tridimensionales es, en su germen, un conjunto de fórmulas matemáticas que van volviéndose más complejas cuanta más resolución e interconexiones creamos. Las fórmulas matemáticas (y algunos objetos externos como imágenes utilizadas para las texturas) forman objetos poligonales, tonalidades, texturas, sombras, reflejos, transparencias, reflexiones, efectos de iluminación y profundidad, efectos ambientales, desenfoques por

movimiento, diferentes punto de vista, etc. Toda este conjunto de elementos constituye la representación de un objeto 3D.

Como es lógico, existen muchas formas de trabajar con estos programas, cada usuario decide la que más le conviene en función de sus preferencias o de los resultados que se pretenden obtener. Aún así, se suelen seguir ciertos procedimientos de forma más o menos generalizada. Uno de los programas más utilizados desde el punto de vista profesional es Maya. Como el trabajo minucioso de modelado en Maya (a nivel de detalles) es muy complicado, se suelen utilizar otros programas más fáciles de utilizar o que generen mayor número de segmentos (y de forma más rápida) que Maya. Es el caso de Mudbox, programa que se utiliza extensamente para la realización y modelado de esculturas de forma digital. Tras alcanzar el nivel de detalle deseado, se pasa a Maya para conseguir los efectos de textura iluminación y ambiente que el proyecto exija. Es decir, el campo del diseño y modelado 3D no se trabaja en exclusividad con un programa, de principio a fin, sino que suele ser habitual la utilización de varios de ellos en función de la fase del proceso en la que nos encontremos.

Una vez creados todos los elementos, se realiza la renderización, que es el proceso mediante el que el ordenador calcula y procesa todas las interacciones entre los distintos elementos. Por lo general, la computadora debe contar con una placa aceleradora de 3D para esta renderización. La placa aceleradora es un dispositivo que ayuda al microprocesador a realizar las complejas operaciones matemáticas necesarias para la representación final 3D. Suele ser un proceso lento y pesado.

El resultado de una renderización puede ser una imagen 3D estática o una animación 3D. Para profundizar en todo este nuevo universo de creación, es necesario comprender cual es el proceso más utilizado para la creación de elementos o gráficos tridimensionales:

#### Fase de modelado

En la etapa de modelado se crea la base que constituirá el objeto. Esta base puede generarse de distintas maneras, siendo prácticamente una elección personal seguir un proceso u otro. Esta base está constituida por una serie de puntos situados en el espacio –tal y como anteriormente se definió– unidos entre sí por polígonos, formando planos. Se puede llegar a estos puntos de muchas formas –dibujándolos uno a uno, mediante una forma geométrica básica, etc.– a estos puntos se les va modificando su posición en los tres ejes espaciales (x, y, z), cambiando el punto de vista frecuentemente para determinar si la posición es correcta. Se van añadiendo más puntos a medida que nos aproximamos a la forma buscada. También se puede proceder creando las distintas partes por separado y dando forma a esos objetos individuales que luego serán ensamblados en el objeto definitivo.

La forma de los objetos es muy variada, única en muchos casos. Pero es cierto que siempre pueden reducirse a unas formas básicas de las que poder partir para ir definiendo el objeto. Una pelota de tenis es una esfera, una lata de refresco es un cilindro y una mesa es un cubo. De la unión de varios de estos objetos se generan muchos más. Por ejemplo, un cilindro y un cono son un embudo; la intersección de varios cubos o rectángulos pueden ser una escultura o un bloque de edificios, etc. Estos objetos simples basados en formas básicas se les denominan “primitivas” en el mundo del 3D. Estos [programas](#) nos dan la opción de partir de estos objetos básicos para ir modelándolo hasta la forma buscada.

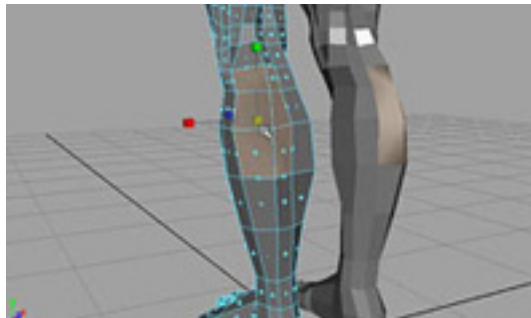
También existen formas más complejas y difíciles de modelar con multitud de curvas, planos y vértices como las curvas de un coche, las formas orgánicas de los seres vivos, o las formas geológicas y el relieve del terreno. Para este tipo de elementos, los desarrolladores de estos

[software](#) han creado sistemas de modelado mucho más complejos (mediante curvas nurbs, mallas de control, partículas, simulaciones dinámicas, etc.)

Pero la base de todos estos programas siguen siendo las estructuras basadas en polígonos. Un cubo tiene 6 caras, cada una de ellas es un polígono de cuatro lados, una pirámide está compuesta por cuatro triángulos y una base cuadrada. Las formas redondas también se representan inicialmente mediante polígonos. Estos polígonos están formados por un número determinado de puntos ubicados en una posición concreta del espacio.

Los modelos poligonales son ampliamente utilizados, debido a su velocidad de procesamiento y a la exactitud de definición que permite. Hay que tener en cuenta el fin para el que se construirá el modelo para decidir el nivel de detalle con el que se definirá su geometría. No es lo mismo construir un modelo para un videojuego, donde el número de polígonos es crítico debido a que debe ser representado de forma interactiva a un alto número de [frames](#) por segundo, que un modelo que se destinará a una película de animación. Otros factores tales como distancia con la cámara [virtual](#) o importancia del modelo en la escena condicionarán el nivel de detalle de la geometría que forma el modelo.

Pero no sólo disponemos de estos puntos para modelar nuestro objeto, sino también de los vértices que los unen y los planos poligonales que forman estos. Estos tres elementos son la base sobre la que se sustenta el modelado de objetos 3D.

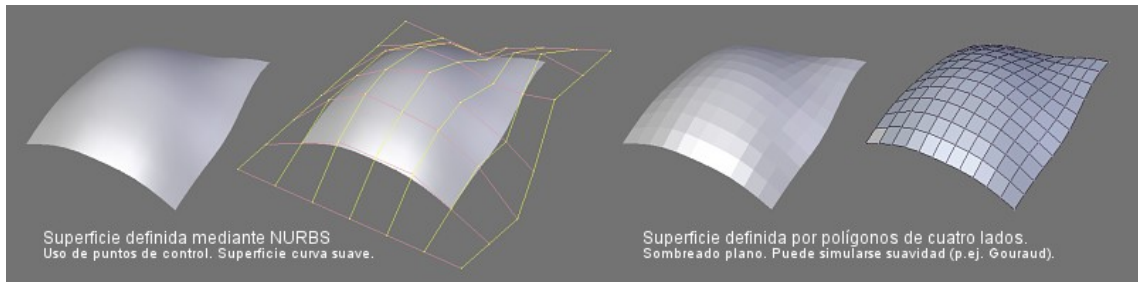


*Figura 06: Fase de modelado: Modificación y rotación de un plano.*

Existen multitud de técnicas de modelado 3D. Pero, a grandes rasgos, se podrían definir dos formas principales:

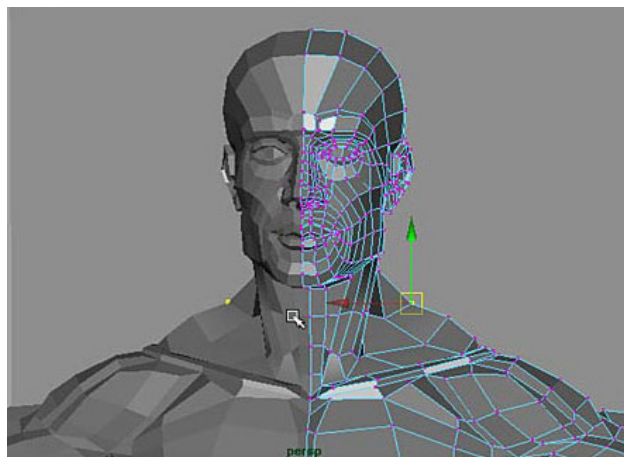
- **Modelado Sólido:** Conocido como de Geometría Sólida Constructiva (CSG). Los modelos sólidos definen el volumen del objeto que representan, y en muchos casos indican incluso el centro de masas, la densidad del material interna, etc. Se utilizan en fabricación por computador y en aplicaciones médicas e industriales.
- **Modelado de Contorno:** Representación de Contorno. Los modelos de contorno Sólo representan la superficie límite del objeto (la "cáscara") ya que muchas veces es la apariencia exterior lo que se busca. Son más fáciles de definir y modificar. Prácticamente casi todos los **paquetes** de diseño y animación empleados en síntesis de imagen y en aplicaciones interactivas emplean este tipo de modelos.

Debido a las posibilidades de tratamiento, operadores y velocidad de procesamiento, la mayoría de los **paquetes** de diseño gráfico permiten el modelado de contorno. Este puede realizarse mediante diversos tipos de geometría, básicamente entre el modelado poligonal y el modelado mediante curvas (NURBS).



*Figura 07: Superficie definida mediante curvas NURBS y mediante polígonos.*

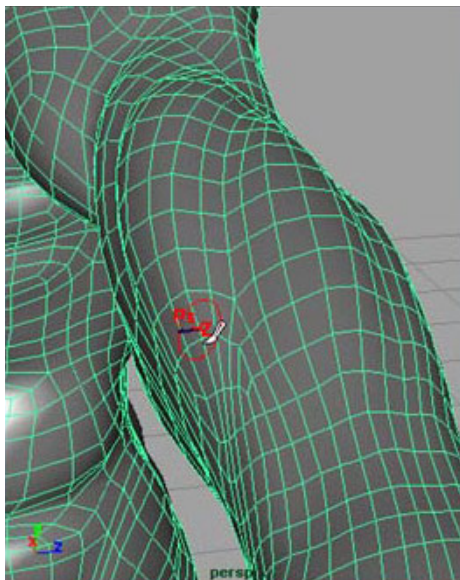
Además, aunque menos usado, existe otro tipo llamado "modelado basado en imágenes" o en inglés "image based modeling" (IBM). Consiste en convertir una fotografía a 3D mediante el uso de diversas técnicas, de las cuales, la más conocida es la fotogrametría.



*Figura 08: Modificando la superficie mediante puntos y planos.*

Este modelado inicial tiene un aspecto, tosco, anguloso, poco definido. En esta fase la forma definitiva va consiguiéndose mediante la modificación de los puntos, vértices o planos del objeto. A medida que nos aproximamos a la forma deseada, se puede ir subdividiendo los polígonos que constituyen nuestra forma sucesivamente, aumentando su número y disminuyendo su angulosidad progresivamente. Que ese contorno se vuelva más suavizado, es decir, aumente el número de puntos y polígonos que constituye nuestra forma, tiene una consecuencia determinante: el aumento del peso del [archivo](#).

El [hardware](#) de las tarjetas aceleradoras 3D están preparadas para trabajar óptimamente con triángulos. Sin embargo, la definición de una superficie curva con un alto nivel de detalle puede requerir un altísimo número de polígonos y por tanto de memoria para poder mover y visualizar esa forma conseguida. Por ello, en ciertas ocasiones puede ser interesante utilizar directamente superficies curvas.



*Figura 09: Modelado una superficie subdividida.*

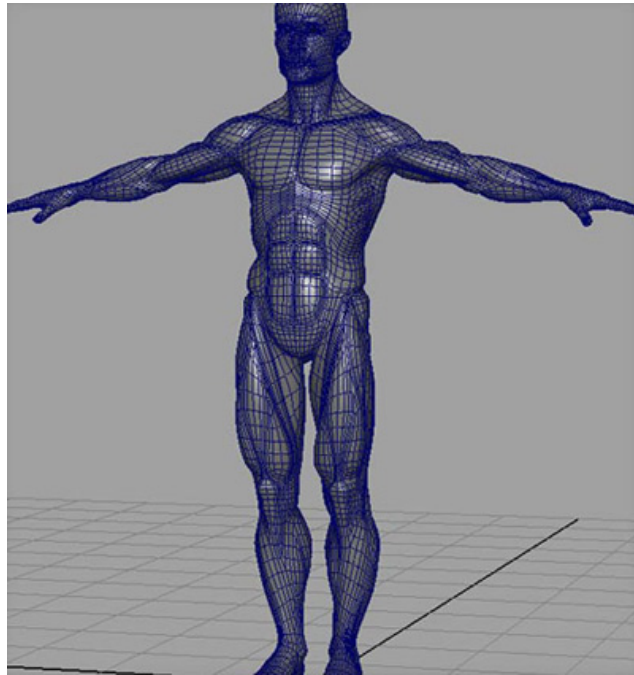
Frente a la representación basada en conjuntos de polígonos, las curvas pueden ser descritas de un modo preciso mediante una ecuación. Estas ecuaciones pueden ser evaluadas y convertidas a conjuntos de polígonos (típicamente triángulos) en el momento de su representación (Rendering). Entre las características que hacen el modelado mediante curvas interesante, se puede destacar:

- Tienen una representación más compacta que los polígonos. Esto es especialmente útil si es necesario ahorrar memoria, como por ejemplo en dispositivos con memoria limitada como teléfonos móviles o consolas portátiles.
- Una superficie curva puede convertirse a su equivalente malla poligonal. El nivel de detalle de la malla resultante puede ser decidido por el [usuario](#), o incluso la [aplicación](#) puede decidirlo en tiempo de ejecución teniendo en cuenta ciertos factores. Este proceso se denomina Teselación (Tessellation) y consiste en transformar la superficie continua, eligiendo un conjunto de puntos situados sobre la superficie para posteriormente conectarlos mediante aristas, formando así una red de caras triangulares.

Esta conversión es muy habitual realizarla previamente a la etapa de render (que veremos un poco más adelante), debido a que muchos motores de render únicamente trabajan con caras triangulares.

Una vez conseguida la primera aproximación a nuestra forma lo que hemos obtenido es una especie de malla poligonal formada por un número determinado de puntos. Este será más alto cuanto más definición pretendiéramos dar a nuestra forma, tendrá menos arista, su forma será más suavizada y más recursos consumirá de nuestro [ordenador](#).





*Figura 10: Forma final obtenida en la fase de Modelado.*

Cuando trabajamos con polígonos la regla de oro es la economía. Si utilizamos muchos polígonos para definir una superficie curva (p.e. una esfera) cada vez que intentemos “mover” esa figura o aplicarle cualquier modificación, el **ordenador** tendrá que calcular todas las interacciones entre todos los elementos de nuevo. Lo que puede, dependiendo del equipo con el que trabajemos, ralentizar el proceso y generar saltos y pausas en el proceso de trabajo.

#### Sombreado /Texturizado

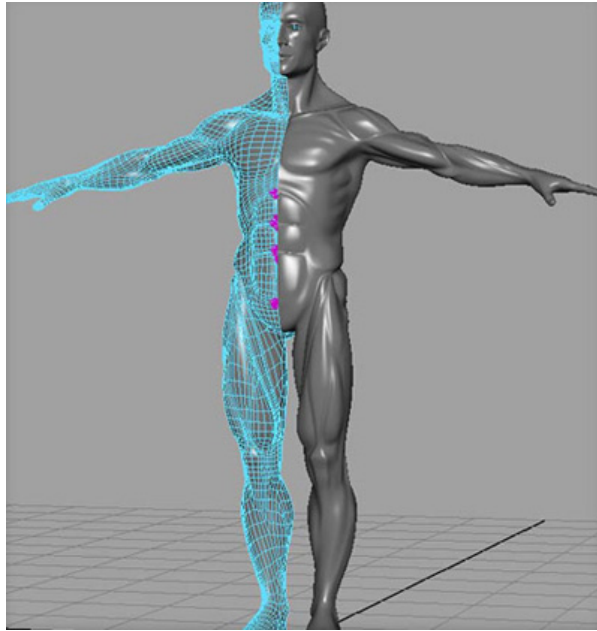
Otra de las características de los objetos que nos rodean son la gran variedad de acabados, superficies y texturas que tienen. Si queremos representar algo real, también debemos simularlo e imitarlo en el ordenador. Entre estas características podríamos citar:

- Color: Uno de los elementos más evidentes para los seres humanos. Es bastante complejo de simular: ¿de qué color es el vidrio? ¿o el agua? ¿de qué color es nuestra piel? Generalmente se utilizan varias variables para definir el color.
- Reflexión: La propiedad de asignar **brillo** y reflejo al incidir la luz sobre un objeto.
- Transparencia: Qué nivel de translucidez tiene un objeto, es decir, que cantidad de luz, de la que le llega, pasa a través del mismo.
- Textura: Para dar realismo a nuestro objeto no sólo necesitamos dotarle de unas propiedades reflexivas y una iluminación determinada. También necesita de una textura, un aspecto que envuelva, como una piel, la malla modelada en la que hemos trabajado tantas horas.

Existen otras muchas propiedades pero las principales aplicaciones 3D nos permiten controlar estos parámetros y la correcta visualización del objeto final muchas veces está determinada por la calidad conseguida en esta fase. Aunque el objeto tenga un modelado escrupuloso, puede perder toda su credibilidad si su color no está bien asignado o su superficie no tiene una textura creíble.

Una vez tenemos la forma modelada pasamos a definir cómo le afecta la luz, para ello se usan materiales "shaders" que son **algoritmos** que controlan la incidencia de la luz, produciendo materiales de tipo: Anisótropo, Lambert, Blin, etc. Este sombreado se suele combinar con unas texturas, que pueden ser del material definitivo que queremos dar a nuestra obra u otro completamente aleatorio o ficticio. El objetivo es aproximarnos en el mayor grado posible a la representación real de

nuestro objeto. Si nuestra forma se tratase de una figura humana como la que ha ido ilustrando este proceso, le podremos asignar una piel eligiendo una tonalidad de piel. Pero también es posible asignar texturas lisas, pulidas, ásperas, rugosas, etc.



*Figura 11: Fase de texturizado e iluminación.*

### Iluminación

Sobre la textura y sombreado de nuestra forma haremos que incida una cantidad de luz determinada, ya que es la única forma mediante la que conseguimos percibir el volumen de los objetos. Conseguir esa apariencia de tridimensionalidad a nuestra figura puede necesitar de diversos tipos de luz. Es la base para el 3D y la clave de una animación.

Es una de las disciplinas más difíciles de toda la infografía, hasta el punto de existir profesionales que exclusivamente se dedican a esta tarea. Si ya es complejo analizar el comportamiento de la luz en nuestra realidad cotidiana y aprender a controlarla (por ejemplo para fines

fotográficos o cinematográficos) mucho más difícil suele ser conseguir imitar ese comportamiento en nuestro [ordenador](#). La principal dificultad radica en el hecho de que la luz, en la realidad cotidiana es emitida desde un punto (el sol, una bombilla, una vela, etc.) y al chocar con los cuerpos es aprehendida por nuestros ojos. Pero también se refleja en otros elementos, multiplicando los efectos.

Existen diferentes tipos de luces a emplear en una escena. Por lo general siempre se habla de 4 clases de luces (existen otras, pero éstas son las más importantes):

- Radial: Luz que procede de un punto concreto y emite sus rayos en todas las direcciones. Es situado por nosotros en el lugar que queramos. Su paralelismo con la vida real sería la luz que proviene de una bombilla.
- Spot o foco: Está dirigida en una dirección concreta y se puede controlar en mayor o menor medida la apertura del cono de luz que produce. Su ejemplo sería los focos de teatros o espectáculos.
- Paralela: Simula la luz del sol, emite luz en todas las direcciones –como la luz radial–pero en este caso, al estar muy distante de nosotros, los rayos emitidos son paralelos.
- Ambiente: Un tipo de luz que no procede de ningún punto concreto. Viene de todas direcciones.

Es Perogrullo decirlo, pero la luz llega a un objeto desde una dirección determinada, iluminándolo desde ese ángulo, generando unas sombras en el ángulo contrario y unos reflejos en todas las direcciones. A esto se le puede unir el fenómeno de dispersión de la luz al atravesar la atmósfera, las nubes, el humo, el polvo, etc. Todas estas interacciones

tienen que ser calculadas y vueltas a calcular por el ordenador cada vez que aplicamos el más mínimo cambio.

### Animación

El concepto de animación no difiere mucho de una película. Consiste en crear la ilusión de movimiento al modificar ligeramente nuestra figura en distintos fotogramas o **frames**. Estos se reproducirán en una secuencia lineal y una velocidad determinada considerada la idónea para dar la sensación de movimiento real (p.e. 24 fotogramas por segundo). Una velocidad más lenta provocaría que el ojo percibiese los saltos entre los fotogramas y una más rápida que el movimiento no fuese natural. Es exactamente como en la secuencia de una película.

La animación puede consistir en un simple movimiento de cámara alrededor del objeto, dentro de un escenario creado. O en algo más complejo, es decir, nuestro objeto se mueve por sí mismo.

Los objetos se pueden animar de varias formas:

- Por transformaciones en los tres ejes (X,Y,Z), rotación, escala y movimiento.
- Mediante Formas (shape).
- Mediante esqueletos: A los objetos se les puede asignar una especie de esqueleto interno, una estructura central con la capacidad de rotar y desplazar sus partes otorgando movimiento de ese objeto. Esto supone una gran ayuda al proceso de animación, ya que el movimiento del esqueleto automáticamente afecta al modelo en conjunto. A estos huesos o partes se les asigna una serie de jerarquías, de forma que las órdenes dadas a un elemento se heredan por las partes que penden de él.

- Mediante deformadores: ya sean lattices (cajas de deformación) o cualquier deformador que produzca por ejemplo deformación sinusoidales.
- Dinámicas: para simulaciones de ropa, pelo, dinámicas rígidas de objeto.

A todos estos elementos se le pueden asignar distintos tipos de atributos y características, de manera que definiendo y controlando estas estructuras desde el principio nuestro objeto podrá moverse sin que se vean afectadas las distintas partes que lo conforman.

#### Renderizado

Se llama Render al proceso final de generar la imagen 3D o animación a partir de la escena creada. Esto puede ser comparado a tomar una foto o en el caso de la animación, a filmar una escena de la vida real. Generalmente se buscan imágenes de calidad fotorrealista, por lo que se generará, fotograma a fotograma, una representación realista de alta calidad en la que interactúan luces, materiales, texturas, sombras, efectos especiales, movimiento, etc.

Para conseguir esta calidad hiperrealista se han desarrollado muchos métodos especiales. Las técnicas van desde las más sencillas, como el Render de alambre (wireframe rendering), pasando por el Render basado en polígonos, hasta las técnicas más modernas como el Scanline Rendering, el Raytracing, la radiosidad o el Mapeado de fotones.

El software de Render puede simular efectos cinematográficos como el lens flare, la profundidad de campo, o el motion blur (desenfoque de movimiento). Estos artefactos son, en realidad, un producto de las imperfecciones mecánicas de la fotografía física, pero como el ojo humano está acostumbrado a su presencia, la simulación de dichos efectos aporta elementos de realismo a la escena.

Se han desarrollado técnicas con el propósito de simular otros efectos de origen natural, como la interacción de la luz con la atmósfera o el humo. Ejemplos de estas técnicas incluyen los sistemas de partículas que pueden simular lluvia, humo o fuego, el muestreo volumétrico para simular niebla, polvo y otros efectos atmosféricos, y las cáusticas para simular el efecto de la luz al atravesar superficies reflectantes, etc.

El proceso de Render necesita una gran capacidad de cálculo, pues requiere simular gran cantidad de procesos físicos complejos. La capacidad de cálculo se ha incrementado rápidamente a través de los años, permitiendo un grado superior de realismo en los Renders. Estudios de cine que producen animaciones generadas por [ordenador](#) hacen uso, en general, de lo que se conoce como render farm (granja de Render) para acelerar la producción de fotogramas.

### 3.5.2. Técnicas de producción digital

La producción es el proceso de creación de bienes y/o servicios destinados a satisfacer las necesidades de una sociedad. Los procesos de producción masiva se llevan a cabo mediante el uso de ciertos recursos productivos. Estos recursos son considerados insumos que se transforman, con el objeto de producir esos bienes y servicios. Un bien es un producto tangible con un valor social y, por lo tanto, económico. Un servicio es un bien intangible que hace referencia a un proceso ejecutado en el tiempo, también con un valor determinado. La evolución de producción tiene mucho que ver con la productividad y el nivel de vida que hemos alcanzado con el paso de los años.

Todo el mundo conoce la cadena de montaje que Henry Ford ideó a principios del s. XX para fabricar el famoso Ford T. Hablar de producción puede parecer algo muy relacionado con la revolución industrial, aunque existe desde que se inició la actividad productiva, hasta el año 1969 no apareció el primer estudio sobre la necesidad de conceder un carácter estratégico a la producción ("*Manufacturing. Missing link in corporate strategy*". Wickham Skinner).

Pero no fue hasta las últimas dos décadas del s.XX cuando se empezó a plantear la necesidad de emplear las capacidades productivas como estrategias comerciales y competitivas. Se inició todo un programa para articular conceptos, misiones, objetivos, decisiones y fases del proceso de manufactura. Uno de los elementos que en mayor medida contribuyeron a ese aumento de la mejora fue el control de calidad, constituyéndose desde entonces como la pieza fundamental en todo proceso productivo. Este proceso, esta investigación continua hasta hoy, constituyendo una de las partes más activas del proceso de mejora en la producción. También por esa época, los avances tecnológicos contribuyeron en gran medida al proceso de mejora continua. Así comienza a ser muy habitual hablar de Fabricación integrada por [computadora](#) (CIM), Diseño asistido por computadora (CAD), Fabricación asistida por computadora (CAM), Sistemas flexibles de fabricación (FMS), Planificación de necesidades de materiales (MRP), Planificación de los recursos de manufactura (MRPII), etc. Algunos de los cuales ya han sido tratados en este trabajo.

No sólo los avances tecnológicos contribuyeron a este desarrollo de conceptos, sino que se generaron muchas corrientes filosóficas orientadas a dar enfoques diferentes a los procedimientos y las técnicas productivas, ya que la mejora productiva no sólo podía estar basada en la tecnología y las técnicas a emplear-que antes o después todas las empresas las podrían adoptar- sino en una nueva forma de estructurar el sistema. Ya no sólo hay que fijarse en el mismo proceso de producción, sino en el aprovisionamiento, la cadena de distribución, etc.



La función de Producción, desde su perspectiva más contemporánea, se refiere a un eslabón clave de una organización para responder de manera efectiva y distintiva, al cúmulo creciente de necesidades, deseos y expectativas de la sociedad, para lo que es necesario diseñar, formular y poner en práctica estrategias de producción adecuadas y pertinentes. Así, Producción puede desempeñar diferentes roles estratégicos en una organización, desde una total neutralidad interna hasta constituirse en su principal fuente generadora de ventajas competitivas, dependiendo de cómo sea percibida por los responsables de esa organización.

La optimización ineludible y necesaria de las estrategias de producción, se ha convertido en un verdadero dilema para las organizaciones contemporáneas, sobre todo, por la imperiosa necesidad de contemplar en estas un conjunto de elementos que tradicionalmente han pasado inadvertidos para su función productiva. Aspectos como las prioridades y objetivos competitivos, las decisiones y políticas estratégicas, la focalización de las operaciones, la evaluación de enfoques de mejora, así como el establecimiento de medidas híbridas de desempeño, están haciéndose cada vez más cotidianas para el área de producción.

La producción se puede dividir en tres fases o etapas:

- **Preproducción:** Etapa previa a la realización, donde se preparan los procesos, se recopilan materias primas, se estudian tiempos, movimientos, etc. Se decide que técnicas van a emplearse, de qué manera y la secuenciación del proceso. Es la fase en la que se ensayan procesos y técnicas, donde se prueban diversos materiales, etc. Una buena fase de preproducción implica obtener un resultado óptimo en la siguiente fase, cuando se emplean los procesos y los materiales definitivos.

- **Producción:** Es la realización o materialización en sí. Es la fase puramente técnica donde la maquinaria materializa el producto siguiendo las directrices y fases establecidas en la fase anterior. El resultado –satisfactorio o no- tiene mucho que ver con la correcta definición de la fase de preproducción.
- **Postproducción:** La posproducción es la fase en la que se controla la calidad conseguida en la fase anterior y la manipulación final del producto. Ésta puede ser más analógica o más digital en función de las técnicas y procesos que hubiéramos utilizado en la fase anterior. Como resultado de ese control de calidad, puede requerirse una nueva fase de producción, la modificación del proceso tal y cómo se había diseñado desde un principio o la revisión de materiales, fases o procesos para adecuarlos con mayor fidelidad al objetivo que pretende conseguirse.

Algunas de las principales características de la fase de producción son:

- Cada una de las fases de la producción se pueden subdividir en otros procesos menores.
- Cualquier cambio en los factores productivos – por muy pequeño que sea- puede tener unas consecuencias directas sobre todo el proceso productivo y sobre el resultado final.
- Existe una interdependencia funcional entre los factores productivos utilizados y el valor de la producción total.

Hasta finales del s.XX la producción tenía como fin obtener esos bienes físicos o esos servicios intangibles, pero ahora vivimos en un momento en el que los bienes también pueden ser intangibles, y comerciar con

ellos de la misma forma. Este cambio puede llevar implícito un cambio en las fases de creación o no, vamos a ver porqué.

En algunos campos artísticos –como por ejemplo el cine o la fotografía– la introducción de ciertas tecnologías llevó implícito una reducción de costes, factor esencial en cualquier sector económico. Por ejemplo, el uso de tecnologías **informáticas** para el almacenamiento de imágenes y la reducción de los dispositivos de captura permitió que los costes asociados a realización de películas o fotografías se redujeran. Había que invertir en **hardware**, en los dispositivos, como también sucedía con los dispositivos analógicos, pero los costes asociados al revelado y tratamiento de la película desaparecieron.

En la animación, sucedió algo parecido: los cientos y cientos de dibujos que eran precisos generar en papel para obtener un solo minuto de metraje final se reducía al empleo de un **hardware** y un **software** específico para ese fin donde los procesos se optimizaban, se reducían los tiempos productivos y se aumentaba en la calidad. Esta evolución ha llegado a poder producir películas que simulan y representan entornos o personajes totalmente ficticios con absoluto realismo y credibilidad. O el uso de tecnologías informáticas para simular un efecto tridimensional.

Los flujos de trabajo tradicional se están transformando como consecuencia de progresos como el escaneado y la tecnología **informática**. Los procesos digitales en la postproducción sustituyen las etapas fotoquímicas tradicionales, como el revelado, el corte de negativo, el etalonaje de color, el positivado y los efectos ópticos, etc.

Con actual variedad de técnicas y herramientas digitales para la preproducción, producción y postproducción, los equipos de trabajo pueden generar nuevas ideas que, aportadas desde cualquier punto del

proceso de producción, pueden suministrar nuevas y valiosas informaciones que puede influir en diferentes aspectos de la producción, modificándola, contribuyendo a reducir el coste del producto y a determinar el mejor [flujo de trabajo](#).

Como podemos apreciar, pequeños cambios en cada fase pueden contribuir a que el proceso general se vea modificado sustancialmente. Estos cambios, que en muchos casos provienen de la introducción de innovaciones técnicas o técnicas digitales, pueden combinarse de diferentes formas. Además, con la continua evolución e innovación en máquinas y [software](#), el proceso es susceptible a variar y mejorar con cualquier nueva incorporación. A esto se le suman las combinaciones de materiales, lo que resultará en un mayor abanico de técnicas y procesos a emplear y, por lo tanto, en nuevas soluciones y manifestaciones.

Como ya se ha comentado en este capítulo, como maquinaria específica para la producción digital, el escultor tiene a su disposición algunas como las siguientes:

- Las fresadoras de control numérico por [computadora \(CNC\)](#) que consiste en una fresadora automática conectada a un [ordenador](#) personal. Un software expresamente creado para este fin, proporciona una serie de coordenadas a seguir por la fresadora.
- Máquinas de "Prototipado Rápido" (**PR**), desarrolladas a partir de las fresadoras convencionales, en las que las herramientas son desplazadas al menos en 3 ejes (X, Y, Z...) gracias a unas manivelas movidas a mano. Las fresadoras de control numéricos reemplazan las manivelas utilizadas manualmente por motores de posicionamiento y sistemas electrónicos para controlar el uso y la posición de las herramientas.

Esta tecnología que posibilita al escultor producir modelos y piezas directamente a partir del modelo sólido 3D –que puede estar generado por un sistema CAD, es decir, ser intangible desde su creación-. Al contrario de los procesos de elaboración tradicionales que sacan o ponen material bruto para obtener el modelo deseado, con los sistemas de PR generan la pieza a partir de la unión aditiva de líquidos y polímeros, capa por capa, a partir de secciones transversales de la pieza obtenidas a partir del modelo 3D. Las máquinas de PR pueden producir piezas en plásticos, madera, cerámica o metales. También reduce el coste de producirla, al igual que el tiempo de ejecución.

- **La estereolitografía** es un proceso para la realización de modelos y prototipos en tres dimensiones estratificando capas de un mismo material. Los datos analógicos necesarios son tomados por un escáner 3D industrial o un TAC (Tomografía Axial Computerizada) utilizado en medicina, que un programa informático convierte al formato "STL" que es el utilizado por la máquina estereolitográfica. Los materiales con los que normalmente se trabaja son resinas líquidas fotopoliméricas.

Un láser de luz ultravioleta traza cada sección del modelo sobre la superficie de una cuba de resina y, a su contacto, se solidifica creando una capa que corresponde a ese corte en sección vertical. Luego baja un pistón para que quede cubierta por una nueva capa líquida con un espesor concreto. Continúa el proceso pasando al siguiente corte de sección, solidificándolo, y así sucesivamente.

Cuando se ha recorrido toda la pieza capa por capa, se realiza una cimentación global en un horno con luz ultravioleta para que se solidifique totalmente. Se utilizan también otro tipo de materiales, desde la madera a las aleaciones de metales.

- **El sinterizado láser**, más conocido como sinterizado láser directo de metal (DMLS), es un proceso de producción que permite fabricar, por capas, partes de moldes de forma compleja y componentes metálicos desde un fichero CAD 3D. Las principales aplicaciones de esta tecnología son el moldeo por inyección de plástico, la fundición a presión y la fabricación directa de componentes. El material utilizado es un polvo de metal especialmente desarrollado para este procesado por láser. Las aplicaciones más habituales del sinterizado láser son los utillajes para la producción industrial y bienes de consumo, implantes médicos, odontología, piezas hechas a medida, instrumentos musicales y la producción de obras de arte y arquitectura.

La producción tradicional, analógica, tenía como fin representar la realidad, pero con la producción digital tanto las técnicas como las representaciones son inmateriales. No sólo se pretende representar y reproducir elementos materiales, sino que también permiten cambiar y añadir otros elementos a los ya representados, interpretarlos, por lo que el resultado es un objeto diferente a su referente en el mundo real.

En este sentido, la relación del artista con su obra cambia (ya no crea, genera positivos o negativos, reproduce o traspasa a otro material) sino que en cada fase del proceso productivo puede intervenir la creatividad. Las técnicas de producción digital son un lugar idóneo para la simulación, excluye las limitaciones físicas que nos impone la naturaleza -como la gravedad, la resistencia de materiales, la iluminación, etc.-, y esto puede suponer tanto ventajas como inconvenientes.

Pero la relación entre artista-espectador también se modifica, ya que uno de las principales características de las obras digitales es la

interactividad. El espectador no se limita al rol de observador pasivo, sino que tiene contacto, participa, incluso completa el fin para el que el artista creó la obra. Dada la complejidad de medios, técnicas y tecnologías, no interviene únicamente un perfil de artista, los equipos suelen ser multidisciplinares, de carácter colaborativo.

El arte digital es más transitorio que el tradicional, el artista digital no pretende permanecer en el tiempo como las obras analógicas. En primer lugar, porque los medios técnicos que permiten crear una obra quedan rápidamente obsoletos. Pero el arte digital puede ser instantáneo, ser distribuido de forma inmediata a cualquier parte del mundo por vía electrónica.

## 4. Cuarta parte: Situación de la escultura actual

### 4.1. Realizaciones y realizadores

Por ejemplo, Patricia Cronin realizó su obra "*Memorial a un matrimonio*" modelando las figuras en barro partiendo de fotografías tomadas de ella y su pareja. Está realizada a escala doble del real. Posteriormente encargó a una empresa una copia en caucho. De esta copia realizó un molde en yeso y sacó un positivo también en escayola. Esta copia la escaneó en 3D y con los datos binarios conseguidos talló, mediante CNC, un bloque de mármol de Carrara de 21 toneladas. Todo el proceso la llevó dos años y medio.

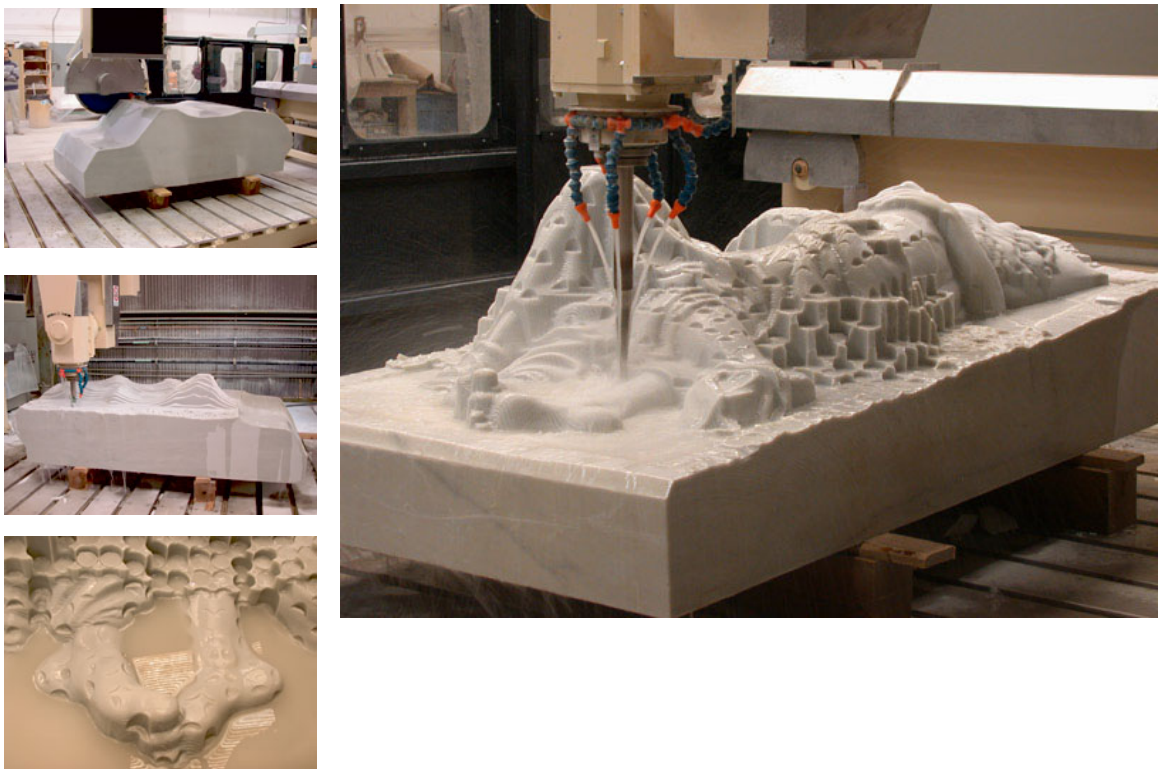
El resultado del torno automático mostraba una textura de marcas regulares, como si la pieza estuviera pixelada, por lo que el acabado y pulido final se realizó a mano. La máquina CNC tardó tres meses en tallar la pieza, haciéndola a mano hubiera tardado un año sólo en la talla.



Figura 12: "*Memorial a un matrimonio*" Detalle. Patricia Cronin. 2002



*"Memorial a un matrimonio"* representa a la autora con su pareja, tal y como la artista define -en un abrazo post-coital-. En EEUU dos personas del mismo sexo no pueden casarse, por eso decidió utilizar este término en un monumento funerario, como queriendo dar a entender que lo que la vida -entendida desde la legalidad jurídica- no le da, podrá tenerlo tras su muerte. La obra fue instalada en el cementerio de Woodlawn en El Bronx (Nueva York).



*Figura 13: Detalles tallado "Memorial a un matrimonio". Patricia Cronin.*

Aunque los pliegues de los ropajes a la altura de sus piernas recordaran la escultura de Bernini, y su forma de resolverla, el colchón es contemporáneo y dispone de una sábana ajustable. Una esquina de la almohada se hunde suavemente en el borde de la cama. Los ojos de una de las figuras están cerrados por el sueño, el ambiente es relajado, el sueño compartido, como sucede en las relaciones de proximidad. Es una escena familiar.

Cronin inició "*Memorial a un matrimonio*" después de un semestre de la enseñanza en *Chapel Hill* (Carolina del Norte) donde produjo un grupo de esculturas en bronce sobre caballos. Al regresar a Nueva York, comenzó a buscar esculturas públicas equinas, como "*Augustus Saint-Gaudens*" una estatua de la Guerra Civil, en la que se representa al general William Tecumseh Sherman marchando hacia el sur por la Quinta Avenida. En el proceso se dio cuenta que había muy poca escultura pública de mujeres en la ciudad y los parques. Encontró a "*Eleanor Roosevelt*", "*Juana de Arco*", "*Golda Meir*", a continuación, "*Mother Goose*", y "*Alice in Wonderland*".

Comenzó "*Memoria de un matrimonio*" a través de un proceso que combina el proceso más antiguo de talla con la adopción de la tecnología más avanzada. Modeló en arcilla, trabajando desde fotografías reales e imágenes de obras anteriores. Realizó un molde de goma de la arcilla, y luego un yeso de ese molde; Cronin refinó el yeso y regresó a la fundición con un [ordenador](#) de tres dimensiones para el proceso de escaneo. Los datos binarios de esta exploración se introdujeron en una fábrica automatizada, que talló el trabajo de un bloque de mármol que Cronin misma había elegido en Carrara. El movimiento de la broca en partes muy minuciosas produjo una superficie salpicada de pequeñas marcas regulares -como si estuviera pixelada- y se realizó una última fase de pulido a mano para eliminar ese rastro.

Muchos de los escultores del siglo XIX y más antiguos fueron artistas de estudio que encargaban el proceso de desbaste principal a talladores y artesanos de la piedra. Cronin hizo algo similar, pero los artesanos con los que ella colabora utilizan ordenadores.



*Figura 14: “Memorial a un matrimonio” Detalle. Patricia Cronin. 2002*

Un caso muy diferente es el de escultor Tom Otterness <sup>25</sup>, su estilo es un tipo de dibujo animado, pero humorístico, también muy crítico con el insignificante hombre máquina que puebla las ciudades. Trabaja en El Bronx de Nueva York, y en esta ciudad es muy conocido por una serie de esculturas que colocó en las estaciones del subterráneo.

---

<sup>25</sup> Ver: <http://www.tomotterness.net/>



Figura 15 (a y b): Algunas de las esculturas de “Life Underground”. Tom Otterness. 2004.

Figura 16 (c y d): “Life Underground”. Tom Otterness. 2004.

Otra de sus obras públicas <sup>26</sup> más conocidas es la de *Frederik Meijer Gardens & Sculpture Park*, con más de cuarenta obras repartidas a lo largo de dos kilómetros en la ciudad. En ella, las esculturas de bronce se integran con el paisaje y parecen surgir de los árboles, las plantas, de entre los edificios o las alcantarillas.

---

<sup>26</sup> Ver: [http://www.nycsubway.org/perl/artwork\\_show?21](http://www.nycsubway.org/perl/artwork_show?21)



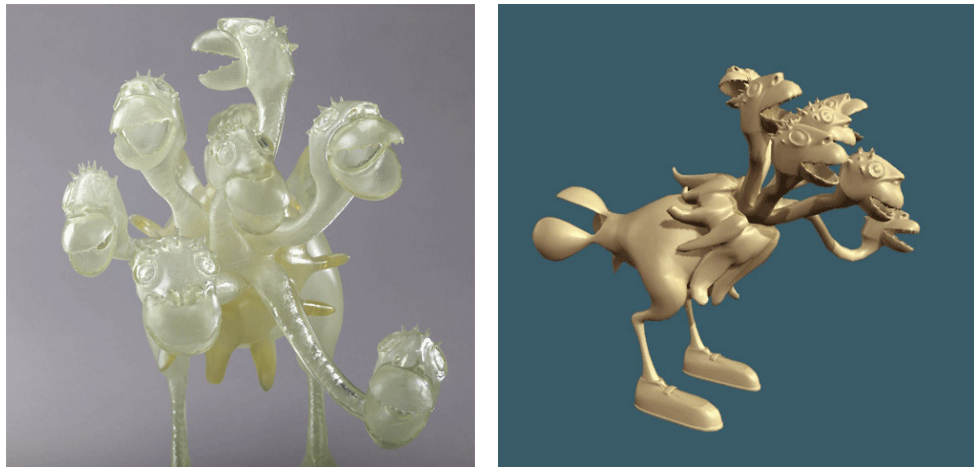


*Figura 17: “The Gardens to The Grand” Grand Rapids, Michigan. Tom Otterness.*



*Figura 18: “El Coqui gigante” en las cuevas del rio Camuy. Tom Otterness.*

Elona Van Gent es conocida por usar 3D con tecnología digital y también por investigar temas relacionados con la interacción de arte, ciencia y tecnología. Forma parte de un proyecto internacional de exposiciones que se encargan de enseñar las técnicas de Prototipado Rápido como parte de un proceso creativo artístico.



*Figura 19: "Hydra". Estereolitografía en epoxi y pantallazo. Elona Van Gent.*

Van Gent <sup>27</sup> tiene un interés especial por la genética y la teratología. Por cómo la ingeniería genética influye cada vez más en la forma y la composición de las cosas, hasta el punto de llegar a cuestionar la realidad y la ficción. En su obra juega con fragmentos reconocibles de objetos y animales, con combinaciones de partes, pero formando un todo desconocido y a veces inquietante.

---

<sup>27</sup> <http://www.elonavangent.com/>

Elona establece un juego conceptual. Por una parte entre las creaciones fantásticas realizadas por medio de la unión de fragmentos reales de objetos u animales y, por otra, entre la realidad física y la tecnología digital con [ordenadores](#).

El mundo [virtual](#) permite jugar con elementos de la realidad física que no podemos abarcar ni controlar como la gravedad o la escala. En el mundo virtual podemos mover, escalar o alterar cualquier característica de un objeto sin que merme su expresividad. Permite incluso crear formas conceptuales que nos hablan directamente al inconsciente colectivo, como los monstruos fantásticos (hidras, dragones, etc.) presentes en todas las culturas actuales o pretéritas. Creando sentimientos contradictorios entre lo humorístico y lo inquietante.

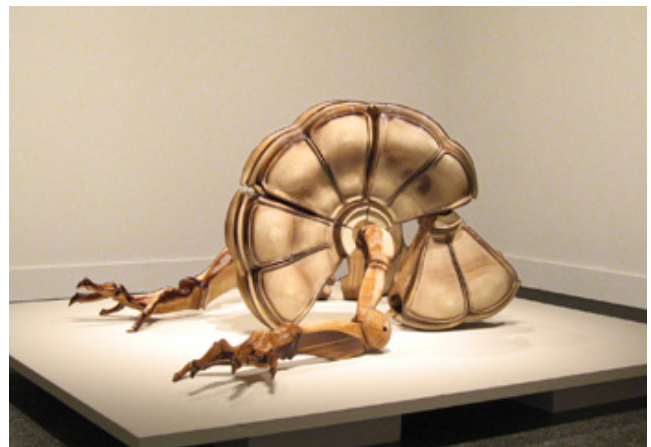


Figura 20: "WheelClawsTeeth". Elona Van Gent.

Otro artista involucrado personalmente con la experimentación y difusión de las posibilidades creativas del [software](#) 3D y el Prototipado Rápido es Michael Rees <sup>28</sup>.

Es autor de algunos de los primeros artículos escritos sobre el potencial de la creación digital y la construcción de prototipos totalmente automática. Crea formas escultóricas incorporando elementos orgánicos como cráneos, oídos o piernas. Desafía incorporarlo a una categoría específica, ya que siendo figurativo tiende a lo conceptual y lo fantástico, cercano al surrealismo.



*Figura 21: "Putto 8 2.2.2.2". Michael Rees.*

---

<sup>28</sup> <http://www.michaelrees.com/>



El uso de las nuevas tecnologías está produciendo un cambio de **paradigma** no sólo dentro de la escultura, sino en toda nuestra percepción de lo virtual.

Hasta hace poco, el mundo virtual se ha mantenido separado del espacio real del proscenio del **monitor** del **ordenador**. Pero eso está cambiando. Rees utiliza el espacio virtual como lugar creativo, pero materializa sus obras en espacio físico.

Sus formas a medio camino entre la figuración y el mundo fantástico, mezclando planos de existencia. Apunta a una contradicción entre el mundo virtual y el de la física real. Ofreciendo criaturas paradójicas, formadas por una amalgama imposible de formas reales. Además, también realiza montajes **multimedia** en las que sus formas cobran vida y se mueven<sup>29</sup>.



*Figura 22: "2x2x4". Michael Rees.*

---

<sup>29</sup> Ver: <http://www.michaelrees.com/Putto2x2x4/animation.html>

En una órbita diferente se mueve Eva Wohlgemuth<sup>30</sup>. Trabaja con su cuerpo, concretamente con la representación de su cuerpo en un entorno virtual. Eva se escaneó su cuerpo en 1997 en uno de los primeros escáneres 3D en *Cyberware*, Monterey, California. Su existencia en el mundo virtual se reducía a un [archivo](#) de 35Mb, formado por 285.000 puntos situados en el espacio. Quiso investigar sobre este proceso y las implicaciones que tenía. Llamó al proyecto *BodyScan*.

Los datos obtenidos la artista los convirtió a distintos formatos de aplicaciones [informáticas](#) como texto plano, secuencias numéricas, VRML, videos, réplicas por molidos, estereolitografías, etc. Luego los colgó en [internet](#) para que la gente los utilizara.

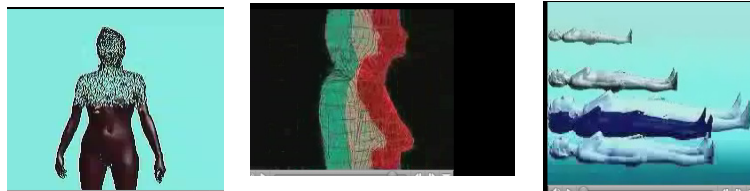


Figura 23: “BodyScan”. Eva Wohlgemuth. 2001-2005.

---

<sup>30</sup> Ver: [http://nr00226.vhost2.sil.at/E\\_WOHLGEMUTH/index.html](http://nr00226.vhost2.sil.at/E_WOHLGEMUTH/index.html)



*Figura 24: "BodyScan". Eva Wohlgemuth. 2003.*

Su cuerpo se convirtió en una estructura topográfica, donde se pregunta cuales son los parámetros que definen y determinan su cuerpo. Esa representación de puntos es ella, pero también no tiene nada que ver con ella.

Con esos datos digitalizados fue produciendo distintas representaciones de su cuerpo en distintos materiales. Blandos, rígidos, maderas, etc. Con el paso del tiempo, y cuando la tecnología lo permitió, la experimentación con ese cuerpo que "es y no es" ella misma, creció con exploración de su superficie. Desarrolló una serie de proyectos **multimedia** en los que el **usuario** podía sentirse como un pájaro volando alrededor de la superficie de su cuerpo. Finalmente, esa exploración se desarrollaba por el interior de la estructura creada informáticamente, a través del vacío interior resultante. Así surgió todo un discurso sobre su identidad real.



*Figura 25: "BodyScan". Eva Wohlgemuth. 2001-2005.*

La idea y motivación para este proyecto surgió de un trabajo anterior que le ocupó cerca de seis años. Formaba parte de un grupo de artistas que desarrolló un proyecto que consistió en la ubicación de elementos conceptuales a lo largo de la superficie del planeta, siguiendo un patrón lógico. Pasar de la superficie de la tierra a la superficie de su propio cuerpo parecía una evolución lógica.

Este proyecto consistía en instalar unas placas en unos emplazamientos determinados. De manera que crearían una escultura conceptual cuya ubicación conduce a través de todo el planeta. Los lugares están unidos a través de [Internet](#), creando una [red](#) electrónica. Las ubicaciones son: alrededor de Viena, cuatro puntos en Suiza, un lugar del desierto del Sáhara, dos placas conectando el desierto hindú con sus antípodas y la conexión de zonas remotas de Siberia con accidente mediante [Internet](#).

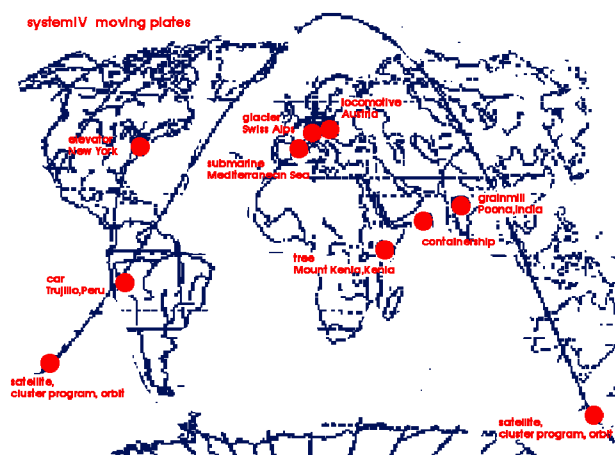


Figura 26: "System". Eva Wohlgemuth. 1989-2001.

El proyecto se completaba con el ambicioso objetivo de disponer de nueve placas móviles a lo largo de todo el planeta<sup>31</sup>. Consistía en un satélite que orbita alrededor de la tierra. La trayectoria de la órbita que sigue marca la ubicación del resto de las placas, es decir, siguiendo la trayectoria del satélite podemos encontrar las ubicaciones del resto de las placas.

Las disposiciones son las siguientes: una instalada en un coche particular de un habitante de la ciudad de Trujillo (Perú); otra en un buque porta-contenedores que navega entre los puertos de Hamburgo y Sri Lanka; otra en una locomotora que realiza el trayecto: Viena-Suiza-Alemania; otra en un cedro en la faldas del Monte Kenia, en Tanzania; otra en el mayor glaciar de los Alpes suizos; otra en el hogar de Poona, India; otra en el submarino de exploración francés "Seabus" sito en Marsella; otra en un ascensor de un hotel de lujo de Nueva York; y otra instalada en el satélite.

---

<sup>31</sup> Ver: [http://nr00226.vhost2.sil.at/E\\_WOHLGEMUTH/SYSTEMS/index.html](http://nr00226.vhost2.sil.at/E_WOHLGEMUTH/SYSTEMS/index.html)

#### 4.1.1. La Escultura blanda

El escultor estadounidense de origen sueco Claes Oldenburg <sup>32</sup>, pionero del arte pop, es conocido sobre todo por sus instalaciones de arte público que representan réplicas a gran escala de objetos cotidianos.



*Figura 27: "Mistos". Barcelona. Claes Oldenburg.*

También lo es por sus versiones en escultura blanda de objetos normalmente duros, a veces interactivas, donde el público tiene que participar para que la escultura se mantenga en su sitio, como su barra de labios que se desinfla si algún participante no le insufla aire.

---

<sup>32</sup> Ver: <http://www.oldenburgvanbruggen.com/>

En los años 60 montó una tienda donde exponía reproducciones de alimentos (hamburguesas, perritos, botellas, etc.) y ropa en materiales baratos como alambre, yeso y tela. A los que luego pintaba con brillantes colores. Esta experiencia le aportó la idea del camino que luego siguió con su escultura: Los objetos se parecían a sus imágenes publicitarias, y el público las adquiría como tales. No le permitían meterse en el objeto, descontextualizarlo.

Introdujo un cambio sustancial en la forma de reconstruir esos objetos cotidianos, los realizó con lona rellena de estopa, por lo que sus formas no permanecían estables. A su vez agigantó los tamaños. Estos objetos industriales realizados con materiales blandos y sobredimensionados modifican su materialidad y función, por lo tanto la conciencia irreversible que de ellos tenemos.

Este cambio de materialidad también implica una incitación al tacto, haciendo el objeto artístico más cercano al espectador y más cálida la escultura.



*Figura 28: "Clothespin". Claes Oldenburg.*



Oldenburg comenzó a utilizar materiales como el vinilo, la fibra de vidrio, plásticos, espuma de caucho, lonas, etc. transformando elementos banales y ordinarios en un objeto escultórico cambiándolo de escala, de material y de color. Trastoca el concepto de escultura tradicional de encerrar el objeto en un material rígido. Entre sus obras destacan la gigante pinza de la ropa o la máquina de escribir blanda, los accesorios de cuarto de baño, los ventiladores, etc.

Estas obras blandas, transforman un objeto de uso cotidiano mediante el cambio de escala y de material (vinilo, fibra de vidrio, yeso, plásticos...), pero a su vez, trastoca el concepto de escultura tradicional consistente en encerrar la forma escultórica en un material rígido.

Muchas de las obras gigantescas de Oldenburg sobre objetos cotidianos fueron ridiculizadas por el público antes de ser asumidas como aportaciones caprichosas, intuitivas y divertidas al arte mobiliario urbano. El objetivo es cambiar el concepto de percepción de la sociedad, es decir, ampliar la experiencia estética de la visión a lo palpable.

Desde finales de los años 70 colabora con la escultora Coosje van Bruggen, formando actualmente pareja. Ella es quien se encarga de entretejer en cada obra sutiles elementos nemotécnicos, mediante citas literarias o artísticas que adaptan a la inventiva del tema tratado.

Cada obra es el resultado de una profunda reflexión sociológica y urbana: las formas escultóricas se adaptan de la arquitectura del lugar, los temas evocan las preocupaciones y sentimientos de sus gentes.



#### 4.1.2. La estereolitografía

El prototipado rápido engloba varias tecnologías, variando en cada caso los materiales utilizados o la forma en que se aportan para conformar la pieza final. Las más extendidas son:

- Estereolitografía (SLA),
- Sinterizado selectivo por láser (SLS)
- Impresoras 3D.

La estereolitografía es la técnica de Prototipado y fabricación rápido más antigua, fue patentado por *Chuck Hull* para la compañía 3D Systems en 1986, pero no por ello es menos efectiva. De hecho resulta insustituible en algunos procesos donde se emplea además de forma ventajosa como proceso de producción en serie. Esta técnica desencadena un proceso de polimerización mediante la incidencia de un láser UV.

Los sistemas de estereolitografía o SLA emplean datos digitales CAD para convertir materiales y composites plásticos líquidos en secciones transversales sólidas, capa a capa, con el fin de construir piezas tridimensionales precisas. Por lo tanto se trata de un proceso de fabricación aditivo. El resultado final es la pieza completa, que se construye de forma desatendida, sin necesidad de procesos adicionales como el cortado o mecanizado.

Los datos analógicos necesarios también pueden tomarse mediante un escáner 3D industrial o un TAC (Tomografía Axial Computerizada) utilizado en medicina, que un programa informático convierte al formato "STL" utilizado por la máquina estereolitográfica. Los materiales con los que normalmente se trabaja son resinas líquidas fotopoliméricas. Se utilizan también otro tipo de materiales, desde la madera a las aleaciones de metales.



*Figura 29: Máquina estereolitográfica. Modelo “viper-3D” de la empresa 3D-systems.*

La estereolitografía es un proceso de realización rápida de prototipos que utiliza la estratificación para la construcción de un modelo. La tecnología utiliza resinas líquidas fotopoliméricas que se solidifican cuando son expuestas a la luz ultravioleta. Un programa informático traduce un modelo CAD 3D en formato electrónico "STL" utilizado por las máquinas estereolitográficas, organizando la información en capas. El láser de la impresora 3D “pinta” una de las capas, exponiendo el plástico líquido en el tanque y endureciéndolo. La plataforma cae en el

tanque una fracción de milímetro y el láser pinta la siguiente capa. El proceso se repite capa por capa hasta que el modelo se ha completado, incluyendo cavidades interiores y exteriores, para reproducir fielmente el archivo digital. Cuando se ha recorrido toda la pieza capa por capa, se realiza una cimentación global en un horno con luz ultravioleta para que se solidifique totalmente.

Este proceso no es particularmente rápido. Dependiendo del tamaño y el número de objetos que se están creando, el láser puede llevar un minuto o dos para cada capa. Un proceso típico puede llevar unas doce horas. Para objetos más grandes el proceso puede llevar incluso días.

La estereolitografía permite crear prácticamente cualquier forma que podamos imaginar. Si se puede dibujar en un programa CAD, probablemente se puede reproducir. El inconveniente es que puede existir la necesidad de reforzar estructura durante el proceso de construcción. En algunos casos, se necesita añadir una sujeción interna al diseño para que no se colapse durante el proceso de impresión. O para que la pieza producida no resulte demasiado frágil al trabajar con ciertos materiales.

Por otra parte, esta tecnología no es barata. Las máquinas normalmente cuestan más de 200 mil euros. Deben ser ventiladas por los vapores que provocan el polímero y los líquidos utilizados. El polímero en sí mismo también es caro, por lo que es difícil ver máquinas de estereolitografía en cualquier sitio que no sean grandes compañías. Sin embargo y aunque sea una tecnología cara, ofrece ciertas ventajas como son el buen acabado de las superficies, el nivel de precisión final y calidad en los detalles.

#### 4.1.3. El sinterizado láser

El sinterizado láser o SLS (Selective Laser Sintering), también es conocido como sinterizado láser directo de metal (DMLS), es una técnica para crear objetos tridimensionales capa por capa, partes de moldes de forma compleja y componentes metálicos desde un fichero CAD 3D. El material y el proceso es diferente de los empleados en la estereolitografía. Las partículas de polvo se solidifican y unen por la aportación del calor generado por un láser de CO<sub>2</sub>. El resultado es una pieza de plástico de calidad definitiva, funcional y resistente., que no requieren de un tratamiento posterior. El sinterizado láser es la tecnología más económica en este momento.

El material utilizado es un polvo de metal especialmente desarrollado para este procesado por láser. Las principales aplicaciones de esta tecnología son el moldeo por inyección de plástico, la fundición a presión y la fabricación directa de componentes, los utillajes para la producción industrial y bienes de consumo, implantes médicos, odontología, piezas hechas a medida, instrumentos musicales y la producción de obras de arte y arquitectura.

La sinterización selectiva por láser es una técnica más de prototipado rápido (PR), en la que partiendo de material en polvo, se aprovecha el calor aportado por un haz de láser para sinterizar por capas la geometría deseada. El material de base utilizado es una poliamida de precisión en polvo. El láser utilizado es de CO<sub>2</sub> y ofrece una potencia de salida de aproximadamente de 60 W. La precisión óptica viene marcada por las lentes que son del tipo F-theta. Esta tecnología permite la obtención de réplicas de alta resolución, prototipos y piezas funcionales en un plazo muy corto de tiempo con una muy alta calidad dimensional y funcional.

El proceso de Sinterizado láser Selectivo se realiza en atmosfera inerte (nitrógeno de una pureza de 99%) que se obtiene de un generador que lo toma del aire. El polvo de material a sinterizar se introduce en la máquina a una temperatura estrictamente controlada y cercana al punto de fusión del material.



*Figura 30: Centro de Sinterizado Láser. Modelo "Spro60sd" de la empresa 3D-systems.*

El control de temperatura de todo este proceso es crítico en el proceso de sinterizado. Por ello, estas máquinas disponen de un avanzado mecanismo de control de temperatura que aseguran unas características de la pieza final absolutamente uniformes y repetitivas de una pieza a otra.

Un mecanismo de rodillo se encarga de nivelar cada una de las capas que componen la pieza. Este proceso también es crítico, ya que de la uniformidad y del espesor de cada capa va a depender el acabado final, la porosidad de la pieza y por tanto sus propiedades mecánicas. A continuación, y durante un periodo de tiempo que varía en función del tamaño de la pieza, del material empleado y del acabado deseado, el láser va "esculpiendo" la pieza según el fichero STL introducido en la máquina.

Las fases de sintetizado son las siguientes:

1. En primer lugar se deposita una capa de polvo en la cuba de construcción, aportada por el recoater, que garantiza una perfecta plenitud de dicha capa. El grosor de dicha capa puede ser configurado con el software de la máquina, que podrán oscilar entre 0.10 y 0.15 mm. de espesor por capa.
2. Se procede a una elevación de la temperatura de la cámara de proceso y una vez alcanzada una temperatura próxima a la de fusión, entrará en funcionamiento el láser.
3. El haz láser es focalizado sobre la cubeta de crecimiento de pieza y va siguiendo la geometría establecida por el programa de control, gracias al sistema de espejos que lo conducen.
4. El polvo, al recibir la energía del láser, llega a la temperatura de sinterizado. El sinterizado en sí mismo tiene lugar entre las

partículas de una misma capa pero además también con el material de la capa inmediatamente inferior, hecho que garantiza la máxima adherencia entre capas.

5. La cubeta de crecimiento de capa desciende el valor del grueso de capa con el que se esté trabajando y el recoater de alimentación de polvo aportará una nueva capa de material, iniciando y repitiendo el proceso hasta finalizar la construcción de las piezas.
6. El tamaño y número de piezas queda condicionado por las dimensiones de la cuba de trabajo, que son de 350x350x620 mm, permitiendo la realización de una o varias piezas en cada cuba de trabajo. El plazo medio para la realización de una cuba completa es de aproximadamente de 50 horas, a lo que hay que añadir el proceso de enfriamiento y adecuación de los elementos sinterizados.

La tecnología de sinterizado láser nos permite la realización de:

1. Réplicas de alta resolución, permitiendo el estudio de elementos cuya fragilidad desaconseja la manipulación del original o ante la necesidad de varias réplicas de un mismo elemento. Por ejemplo, las réplicas obtenidas de las excavaciones de Atapuerca partiendo de elementos originales extraídos, analizados y digitalizados tridimensionalmente con el sistema de Tomografía Axial Computerizada (TAC).
2. Prototipos y obras de arte en las que no se van a realizar réplicas, o como fase de estudio para determinar el material definitivo más idóneo. Se consigue una perfecta reproducción de las texturas, un análisis exhaustivo de las transiciones y uniones de las formas y la validación geométrica de los mismos.

3. Piezas funcionales de distintas resistencias en función del material utilizado: poliamida en polvo, poliamida infiltrada con polvo de aluminio, con fibra de vidrio, con fibra de carbono, poliestireno y elastómeros, que serán creadas sin necesidad de fabricar moldes y partiendo directamente del diseño de CAD.

Desde que el sinterizado por láser de polvo metálico fue introducido al mercado, se han desarrollado y ampliado muchas aplicaciones. La reducción del *time-to-market* de los productos fue apuntada como mejor ventaja por los moldistas europeos. Sin embargo, a medida que la tecnología se ha ido utilizando, nuevas mejoras en los materiales, el proceso y la experiencia de los usuarios está mostrando nuevos horizontes para estas tecnologías.

La última de las tecnologías de Prototipado Rápido apuntadas más arriba son las impresoras 3D. Éstas trabajan con un material composite especial -parecido a los polvos de talco- que tiene la propiedad de compactarse al contacto de una tinta. La impresora va inyectando tinta y solidificando material a ritmo de entre 0.08 y 0.2 mm. por minuto. Cuando el modelo está completo el composite sobrante se aspira y recicla. La pieza tiene que sumergirse en un infiltrante adhesivo que le aporta dureza y resistencia.

A diferencia de los anteriores, permite obtener modelos a todo color mediante la combinación de los cuatro colores básicos de las impresoras. La distribución de estos colores es muy precisa. Además, es la técnica de prototipado más rápida de las tres (entre 5 y 10 veces más rápida).



El criterio para determinar el coste de cualquier prototipado consiste en calcular la cantidad de material y las horas de uso de la máquina (el software de la máquina prototipadora permite esta opción) antes de comenzar el proceso.

#### 4.1.4. La Holografía

Otra de las manifestaciones artísticas entorno a la luz es la holografía. Su presencia en el arte contemporáneo no deja de ser anecdótica. Pocos son los países donde algún grupo críticos o museos, prácticamente ninguna galería, han tomado conciencia de ella como hecho artístico.

Sin embargo, se han producido una gran cantidad de obras en los últimos veinte años. Podría destacar el trabajo de *Rudie Berkhout* y *Dieter Jung*, entre lo más significativo del arte holográfico en general.

La holografía crea nuevas formas de ver el fenómeno artístico y una subversión de algunos esquemas de percepción. La característica de la holografía que se impone en un primer momento con más fuerza, es su capacidad de reproducir imágenes tridimensionales de un realismo, en ocasiones tan auténticas como el de los objetos realmente existentes. El efecto es más sorprendente cuando la imagen flota en el aire saliéndose de la placa, sin que podamos asir los objetos que aparentemente están ahí, ante nuestros ojos. Este efecto produce además, una cierta sensación de fantasmagoría que acentúa la fascinación producida.

La holografía ofrece nuevos, poderosos y sofisticados medios de investigación conceptual, empezado por su propio marco teórico, que ha dado pie a metáforas útiles para muchos desarrollos de las nuevas corrientes filosóficas y científicas holísticas, que están llegando a minar la vigencia del materialismo mecanicista, y que impregnan buena parte de la obra de los artistas holográficos.

La holografía supone una innovación radical del empleo del color en las artes visuales, se trabaja con colores luz, en contraposición con los colores pigmento de las artes tradicionales, y entre las artes tecnológicas es la única en emplear auténticos colores espectrales susceptibles de variación continua y capaces de generar una infinita paleta llena de matices, al tiempo que permite un empleo no naturalista del color o también un procedimiento de tricromía para obtener color real, y asimismo, técnicas en las que la imagen puede variar continuamente su color en sintonía con el movimiento del observador o el de la iluminación.

Hay un número cada vez mayor de artistas hológrafos que exploran las posibles interacciones de la holografía con otros medios, ya sean tradicionales como la pintura y la escultura, o más afines como la fotografía y el video que alcanzan a veces gran complejidad.

También goza cada vez más de favor la integración de la holografía en entornos arquitectónicos, tendencia que se ve favorecida por la mejora de la técnica en la obtención de hologramas de gran formato.

Haciendo un poco de historia del arte holográfico se puede decir que las primeras experiencias de utilización del medio con fines creativos, se produjeron a finales de los años 60 en los que los intentos esporádicos de Dalí, que con su habitual penetración fue de los primeros artistas en percibir las inmensas posibilidades que esta nueva técnica tenía, venían

a coincidir con el interés más perseverante de otros artistas más jóvenes que se convirtieron en pioneros de esta nueva forma de expresión artística. Casi simultáneamente *Harriet Casdin Silver* y *Anait Stephens* en Estados Unidos y *Margaret Benyon* y *Karl Frederick Reuterswdrd* en Australia y Europa, iniciaban su andadura en el intento de utilizar el medio con fines creativos. *Casdin Silver* se inició en el Massachutes Institute of Technology (M.I.T.) bajo la tutela de *Stephen A. Benton*, científico que quizá es quien haya hecho el mayor número de aportaciones a la holografía de imagen, como son el holograma de arco iris o la esteorografía holográfica y, más recientemente los llamados "alcove holograms" que representan un enorme refinamiento de esta última, y finalmente el video holográfico que parece hallarse en un avanzado estadio de desarrollo. *Margaret Benyon*, inglesa, se inició en Australia guiada por Hariharan, otro de los grandes científicos investigadores de la época.

Otros nombres importantes: *Joshep Burns* y *Rose Mary Jackson*, que fundaron en 1976 el Museo de Holografía de Nueva York, que se convirtió en aglutinante de experiencias, poniendo su laboratorio al alcance de numerosos artistas que pudieron así crear nuevas obras. Se realizó una amplia labor didáctica en la que también participaron *Dan Schweitzer* y *Sam Moree*, dos originalísimos artistas de la primera ola y que han estado en la raíz de muchos de los desarrollos posteriores.

En la siguiente generación de hológrafos destacan las figuras del holandés *Rudie Berkhout*, que ha vivido y realizado toda su obra en Nueva York y *Dieter Jung*, profesor alemán que si bien reside en Berlín, ha realizado la mayor parte de su obra en EE.UU., parte en colaboración con *J. Burns* y parte en el M.I.T. Estos dos artistas, por caminos muy diferentes, han logrado una enorme depuración formal y unos universos genuinamente holográficos, unidos a unas temáticas muy personales.

Lentamente, este ingente caudal de poderosas y cautivadoras imágenes está encontrando su vía de acceso a los museos de arte. Para mencionar los más importantes, diré que entre éstos se encuentran el *Metropolitan* y el *Whitney* de Nueva York, la fundación *Paul Getty* de los Angeles y la *Kunsthalle* de Hamburgo.

¿Qué decir de la holografía artística española? Existen aún pocos autores y pocos medios disponibles. Quizá el más prolífico haya sido *Julio Plaza* que ha realizado toda su obra holográfica inscrita en el movimiento llamado holopoesía en Brasil, en colaboración con *Moisés Baumstein*. En España, la actividad se inicia en 1983, cuando un reducido grupo de entusiastas realiza un curso en el Centro de Holografía de Alicante. Cuatro de los asistentes, *Vicente Carretón*, *Julio Ruiz*, *Santiago Relanzón* y *Ernest Barnés* sintieron la fascinación las imágenes holográficas y quisieron ampliar sus conocimientos, realizando todos ellos nuevos cursos en Estados Unidos con *Dan Schweitzer*, en el Museo de Holografía de Nueva York, en *Lake Forest College* y con otros artistas norteamericanos. De los cuatro, *Julio Ruiz* ha sido quién más asiduamente ha cultivado la creación holográfica y fundó más adelante la empresa *Holotek* en Oviedo.

El trabajo del hológrafo supone pasar largas horas en la cámara oscura haciendo un trabajo delicado con un equipo óptico costoso, sobre una mesa antivibratoria, realizando numerosos intentos y pruebas hasta conseguir los resultados que se buscan. Varios de los productos químicos usados en los distintos tratamientos de las placas, son bastante tóxicos.

Rudie Berkhout, por ejemplo, no ha producido más de 50 imágenes (válidas según su exigente criterio) en 15 años de carrera. *Sam Moree*, creador de obras complejísimas, todavía menos. Ambos con una dedicación exclusiva y muy intensa.



Figura 31: “Campo cuántico X3” de Hiro Yamagata. Museo Guggenheim Bilbao.

Un ejemplo de grandes dimensiones, complejo y un mantenimiento muy costoso, fue el trabajo que el artista japonés *Hiro Yamagata* desarrolló en el Museo *Guggenheim* de Bilbao en 2005. Consistía en un trabajo de investigación sobre la descomposición de la luz solar reflejada sobre una superficie holográfica durante el día y de proyección de haces de rayo láser por la noche.

La pieza constaba de dos cubos de grandes dimensiones y diferentes tamaños recubiertos de 5.400 paneles holográficos, similares al recubrimiento que llevan los satélites lanzados al espacio, y contaba con una potencia energética instalada de 200.000 kilovatios/segundo. Las dos cajas estaban ubicadas en el exterior del museo, en la explanada más próxima a la ría.

Los efectos de la descomposición de la luz sobre los paneles holográficos se podían ver no sólo en el exterior de los cubos, sino también en su interior, donde se crearon dos atmósferas diferentes. En el más grande, los visitantes se verían inmersos en una "tormenta de color" creada con un complejo programa informático. Varios haces de rayos láser rebotaban en las paredes interiores, techo y suelo del cubo, recubiertos asimismo con paneles holográficos, y en 1.800 pequeños cubos del mismo material, suspendidos del techo a diferentes alturas.

Tras esta "tormenta" de color, se accedía al cubo más pequeño, en el que se creó un ambiente de quietud y sosiego, conseguido mediante la proyección a velocidad lenta de varios haces de luz de láser y de luz ultravioleta que catorce filtros de fibra óptica dispersarán por la estancia, revestida completamente de negro.

La holografía se construye mediante la intersección de un rayo láser incidiendo sobre un objeto, que recoge los datos codificados, y otro rayo de referencia. La interferencia de estos dos rayos, registran la imagen en el soporte que se utiliza para la grabación (película, película de alta sensibilidad, disco, etc.) y la imagen se reconstruye con el rayo de referencia interfiriendo el láser que reproduce la frecuencia de incidencia en la imagen original previamente grabada.

Se registran los datos relativos a la intensidad, la amplitud y la longitud de onda sobre un material fotosensible de elevado contraste. También los datos referidos a la fase de las radiaciones electromagnéticas de la luz reflejada por el objeto. La fuente luminosa debe ser monocroma (de una sola frecuencia) y coherente (frentes de onda en fase), por lo que la luz láser es ideal al cumplir ambas condiciones. En la placa impresionada, quedan registradas las diferencias de fase entre la luz difractada por cada punto del objeto y el haz luminoso original. Esa placa impresionada es la que se denomina holograma, que al ser iluminado por transmisión con la misma luz de referencia utilizada en su impresión, la luz transmitida es análoga a la reflejada directamente por el objeto y se obtiene así una fiel reproducción de éste. El proceso holográfico dependerá de la capacidad de dos ondas de luz para anularse entre sí (interferencia destructiva) o de añadirse entre sí (interferencia constructiva).

#### 4.1.5. Videoescultura

Se trata de videointalaciones donde los distintos aparatos de proyección audiovisual se colocan de tal manera que sus volúmenes y disposición juegan con las formas y los espacios, afectando a la presencia global del conjunto donde se representa la creación audiovisual.

A partir de la consolidación de los medios de comunicación de masas algunos artistas exploraron sus posibilidades artísticas. Hoy pueden parecer algo obsoletas frente a las técnicas digitales, pero aún siguen vigentes. Uno de sus artistas precursores fue *Nam June Paik*.

Fue un artista-compositor con una gran capacidad para imaginar y concretar las posibilidades artísticas del video y de la televisión. Realizó una gran cantidad de instalaciones, producciones de televisión, películas electrónicas y performances. Junto con *George Maciunas*, el fundador del grupo FLUXUS, se inició en el terreno del performance y la música experimental y realizó una serie de "anti-films" desprovistos de imágenes. La popularidad le llegó a través de su participación en acciones polémicas, de corte neo-dada. Por lo que ocupa un lugar destacado en el arte del s.XX es por ser considerado el primer artista en tomar plena conciencia del potencial del vídeo y la televisión como medio artístico. Antes que él, nadie había utilizado el video como un instrumento para las artes visuales, ni tampoco a nadie se le había ocurrido manipular tan excéntricamente y de manera tan azarosa e imaginativa el video. Su influencia se manifiesta en una generación de artistas que trabajaban con el vídeo y la tecnología. Entre sus colaboradores se encuentran *Laurie Anderson*, *John Cage*, *Merce Cunningham*, *David Bowie* o *Joseph Beuys*.

El video, a diferencia del filme, le permite un control inmediato sobre la imagen, pues mientras la cámara graba él puede ver en el [monitor](#) lo que sucede en tiempo real. Además, con la tecnología aplicada al video, podía producir imagen electrónica fuera de un estudio de grabación. El carácter portátil de la cámara hace que todo pudiera ser objeto de grabación y, por lo tanto, abre grandes posibilidades en la creación de contenido y la experimentación con las imágenes en movimiento.

Las reflexiones de la obra de *Nam June Paik* resultan más vigentes en nuestros días. Poner en cuestión el medio televisivo, esa "ventana" que cada día desliza en nuestra vida el dantesco montaje de la actualidad, es algo que *Paik* ya comenzó a plantearse en los años sesenta, asombrado ante la presencia que este medio tenía en la vida de la gente sin que a nadie se le ocurriera actuar sobre él.



Figura 32 y 33: "Reclining Buddha", 1994 y "Piano Piece", 1993. Nam June Paik.

Se propuso humanizar la tecnología y los medios electrónicos, por medio de obras complejas donde planteaba la interrelación con el potencial comunicativo de la tecnología, en unas sociedades cada vez más globales. Presentía la relevancia que alcanzaría la televisión, las [computadoras](#), los satélites y la tecnología. *Paik* fue de los primeros en



reconocer la penetración -casi invisible- de la televisión, su poder adormecedor, de recreación, condenando al consumidor a una recepción pasiva. Procedió a desmitificar el medio, a transformar la imagen del video en un instrumento capaz de redefinir los parámetros de la escultura y la instalación.

Una de las esculturas más reconocibles en la obra de *Paik* es "*TV-Buddha*", (1976-78), en la que una figura de Buda observa su propia imagen en un **monitor** de televisión. La significación histórico-religioso de Buda permite convertirlo en una metáfora de contemplación, aunque parezca insinuarse un conflicto entre el deseo del ser de mirar hacia fuera o de mirar en su interior.

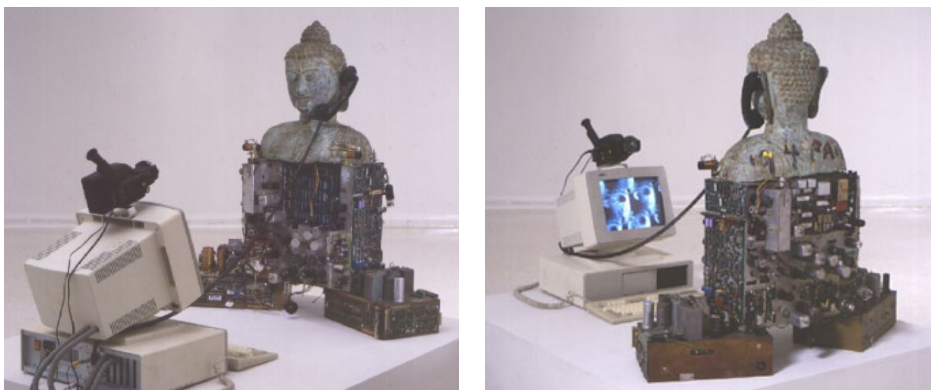


Figura 34 y 35: "*TV Buddha*" Nam June Paik. 1976-78

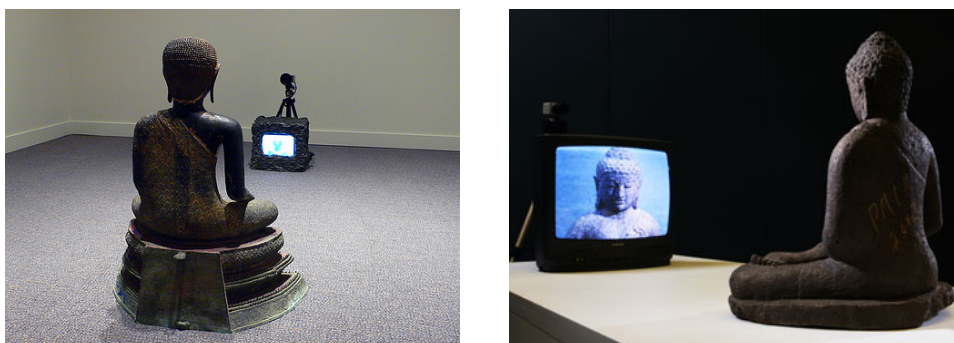


Figura 36 y 37: "*Buddha Re-Incarnated*" Nam June Paik. 1994

Tiempo después, reinterpretó el mismo tema colocando la escultura de Buda frente a un **monitor** de **computadora** en "*Buddha Re-Incarnated*" (1994). La conexión no se establece a través de la mirada contemplativa, sino a través del auricular de un teléfono, que vincula a la escultura -que posee elementos Cyborg- con el monitor. Tal vez se trate en este caso de un comentario sobre el avance tecnológico que permite inmediata comunicación en tiempo real, o quizás *Nam June Paik* pretendía expresar las nuevas relaciones que se establecen entre la mente y la realidad objetiva.

*Matthew Barney* es un artista que busca la interacción entre disciplinas, buscando en sus obras combinar todo tipo de técnicas y expresiones artísticas: desde las instalaciones los audiovisuales, las esculturas, los dibujos, las fotografías, etc. Que luego también vende.

Desde las primeras etapas de su trabajo, *Matthew Barney* ha explorado la trascendencia de las limitaciones físicas en el arte multimediático que comprende películas, instalaciones de vídeos, escultura, fotografía y dibujo. En sus primeras exhibiciones, *Barney* presentó instalaciones esculturales muy elaboradas que incluían vídeos de él mismo interactuado con varios objetos y desempeñando proezas físicas como escalar el cielorraso suspendido de cables de acero. Su trabajo está influido por el arte barroco y las instalaciones de vídeos incluyen imágenes que se contradicen en significado y que, con interiores cargados de decorados complejos y actuaciones en vivo, sobrecogen al espectador. En sus trabajos también refleja su interés por la anatomía representando seres inexistentes, herencia de sus estudios iniciales en medicina antes de dedicarse a las Bellas Artes.



Figura 38 y 39: "Drawing Restraint 7 y 9". Matthew Barney. 1993-2005.

Matthew Barney presenta en "Drawing Restraint" varias obras que se inician en 1987 hasta otras más recientes. Responden a una idea de restricción porque son resultado de procesos en los que el artista aplicó algún tipo de restricción a su cuerpo mientras estas eran producidas. En ellas, investiga la relación entre la resistencia y la creatividad artística, junto al trabajo de cuerpos atléticos trabajando en el umbral de los límites físicos.

En 1994 inicia su monumental proyecto denominado "Cremaster"<sup>33</sup> (el nombre hace referencia al músculo del aparato genital masculino que mantiene suspendidos los testículos y permite su movimiento retráctil ante estimulaciones externas como cambios bruscos de temperatura, la excitación o el miedo) desarrolla este proyecto hasta 2002. El resultado

---

<sup>33</sup> Ver: <http://www.cremaster.net/>

de este ciclo son cinco filmes (y centenares de diseños, ropas, dibujos, esculturas utilizados en la filmación). En estas películas, *Barney* muestra el enfrentamiento del hombre con su sexualidad por medio del uso de metáforas fantásticas mezclando autobiografía, mitología y su universo propio.



Figura 40 y 41: “Cremaster 1 y 4”. Matthew Barney. 1994-2002.

Sin seguir un orden cronológico en el rodaje o la exhibición de los episodios, Barney crea un universo impactante, bello y agobiante para representar la experiencia traumática que para él representa la ruptura del equilibrio original y el lucha del cuerpo por retomarlos. La metáfora se representa mediante las nueve semanas que tarda en aparecer la distinción sexual en un feto, es decir, el descenso del cremaster en el organismo del feto. En “*Cremaster 1*” el músculo estaría en su posición más alta, lo que establece una situación de equilibrio donde no existe la diferenciación genital. Este equilibrio es representado mediante la jovialidad, alegría y ligereza de unas bailarinas. En “*Cremaster 5*” el músculo termina de descender y aparecen los testículos. Este camino traumático donde el cuerpo trata de retomar su equilibrio inicial, es representado mediante la fatalidad y la pesadumbre, con formas de ópera trágica.

#### 4.1.6. El Láser

Otra aplicación de un haz de luz es el rayo láser. Es un dispositivo electrónico que amplifica la luz con extraordinaria intensidad. Se basa en la excitación de una onda estacionaria entre dos espejos, uno opaco y otro traslúcido, en un medio homogéneo. Como resultado de este proceso se origina una onda luminosa de múltiples idas y venidas entre los espejos, que sale por el traslúcido.

Un láser es un haz de luz colimado, monocromático y coherente. Las fuentes de luz comunes (como las lámparas incandescentes) emiten fotones en casi todas las direcciones, generalmente en una amplia gama de longitudes de onda. La mayoría de las fuentes de luz son también incoherentes; es decir, las fases de los fotones emitidos por la fuente de luz no están relacionadas. Pero el láser emite generalmente los fotones en un rayo estrechísimo, definido perfectamente, coherente y a veces polarizado. Esta luz es prácticamente monocromática, ya que consiste en una sola longitud de onda.



*Figura 42: Rayo láser en un espectáculo musical.*

En el terreno artístico sus aplicaciones son bastantes limitadas aún. Se centran más en los espectáculos audiovisuales que en el terreno del arte contemporáneo o la escultura. Y, aunque se han producido performances y otras manifestaciones artísticas por medio de ellos, no han llegado a crear una corriente o base suficientemente firme para que otros artistas experimenten con él. Sin embargo, creo que es un campo muy interesante y lleno de posibilidades. En el que, conforme la tecnología vaya avanzando, nos permitirá darle aplicaciones y “forma” para poder aplicarlo a nuestro terreno, la escultura.

Al igual que grandes artistas de toda nuestra historia (*Durero, Leonardo da Vinci, Miguel Ángel, Naun Gago, Moholy-Nagy...*) marcaron la frontera entre la innovación técnica y la artística, también sucederá lo mismo en este terreno en futuros años.

#### 4.1.7. Bioescultura



Figura 43: “Self”. Marc Quinn. 1991.

La tecnología tiene una presencia omnipresente en nuestros días, así como la manipulación de materiales, la biología y la transgénesis. El arte, como ha sucedido desde siempre, no es ajeno a las inquietudes humanas. Así surgió la idea de utilizar la materia orgánica como elemento artístico, ya sean genes, plantas, programas que simulan vida artificial, huesos o piel humana.



Pretendiendo incentivar el debate sobre la especificidad de lo orgánico, sobre la complejidad del concepto de vida, sobre la función de la ciencia y el arte, sobre sus límites, y sobre la percepción de lo vivo como algo maleable y manipulable. Nace así el Bioarte.

Supone una revolución en los formatos y conceptos de representación, así como una de las primeras vanguardias del siglo XXI. Ha generado gran alarma en cuanto a su validez, su ética y su factibilidad. Como en toda corriente de pensamiento y acción, existen posturas divergentes. Por un lado están los artistas que utilizan la materia orgánica para escandalizar y provocar. En este grupo se podrían incluir a Damien Hirst y sus animales en formol; a *Eduardo Kac* y su coneja fluorescente; a *Marc Quinn* y su busto realizado con su propia sangre congelada; a *Xiao Yu* y su cabeza de feto sobre el cuerpo muerto de una gaviota; a *Steve Kurtz* y sus agentes bacteriológicos empleados en guerra, etc.



Figura 44 y 45: "For the love of God". 2007 y "Vellocino de oro" Damien Hirst. 2008.

Por otro, los artistas que consideran que todos los ejemplos anteriores no son más que un circo, y que las obras de Bioarte deben utilizar los procesos de cambio en los seres vivos.

Esta corriente defendida por el especialista en arte y biotecnología *Jens Hauser*, encuadraría artistas como la genetista *Hunter O'Reilly* <sup>34</sup> que, entre otras obras, como inspiración utiliza metáforas sobre enfermedades virales; o la escultora *Sachiko Kodama* <sup>35</sup> con sus esculturas con ferrofluidos.

*Figura 46: "Morpho Tower".*  
Sachiko Kodama. 2006.



*Figura 47: "Protrude, Flow".*  
Sachiko Kodama. 2001.

---

<sup>34</sup> Ver: <http://www.artbyhunter.com/artgallery/neonart/index.html>

<sup>35</sup> Ver: <http://www.kodama.hc.uec.ac.jp/index-e.html>



El objetivo que se persigue es estimular un pensamiento crítico ante los complejos interrogantes que está creando la ciencia ante las innovaciones biotecnológicas. Ya que, si la ciencia puede manipular los genes de una planta o animal para conseguir un supuesto beneficio para el ser humano ¿Por qué no puede utilizarlo el arte con fines culturales o artísticos?

Por ejemplo, uno de estos paralelismos se establece entre el código inherente a los **programas** informáticos y el código genético. La idea de que sólo somos una serie de instrucciones inscritas en nuestro código genético, es la misma que la de un programa informático o un robot que realiza sus funciones siguiendo unas pautas definidas y codificadas de antemano. Así surgen binomios entre natural y sintético, vida y tecnología, etc.

La interacción entre lo realidad y lo virtual se ha convertido en un desafío de gran trascendencia, que repercute en la sociedad. Las posibilidades que ofrecen los medios interactivos permiten ampliar el papel del espectador para convertirlo en **usuario** y participante. El diseño de interacción requiere de las distintas dinámicas que incluyen tanto factores técnicos como emocionales y por lo tanto requiere de distintas disciplinas. Además, estas obras, en las que el espectador es una parte fundamental de la obra interactiva, están difuminando las fronteras entre las distintas disciplinas artísticas, transfigurándolas e integrándolas. Creando obras interdisciplinarias por definición, que son muy difíciles de clasificar en la estructura hasta ahora habitual. Este es uno de los campos en los que ahora mismo más se está estudiando y experimentando.

#### 4.1.8. Escultura cinética

Al hablar de escultura cinética no podemos evitar recordar las aportaciones que hicieron en el campo de la escultura artista como *Naum Gabo*, *Calder* o *Duchamp*. Pero el objetivo de este trabajo es reflejar lo que actualmente se está llevando a cabo en el terreno de la escultura utilizando medios digitales. En el campo de la escultura cinética, una referencia ineludible es el holandés *Theo Jansen*.

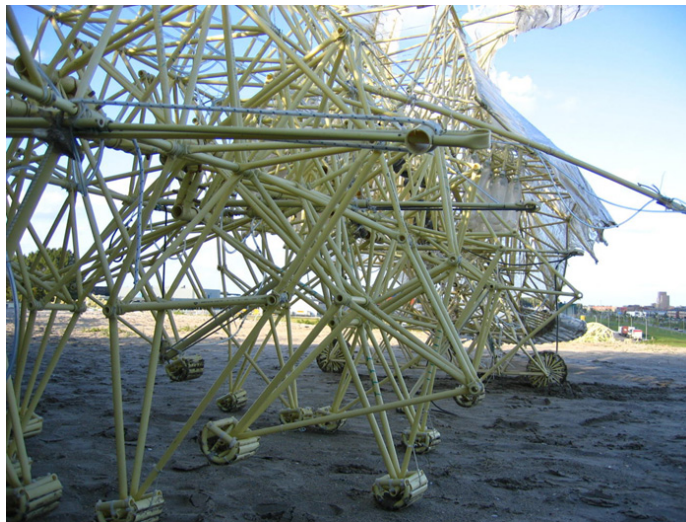
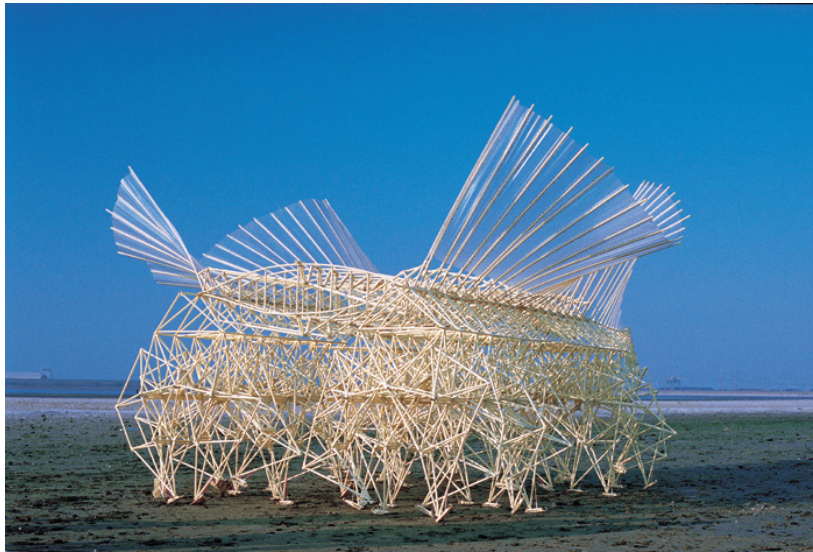


Figura 48: “Strandbeest”. Theo Jansen.

*Jansen* se dedica a crear vida artificial mediante el uso de [algoritmos](#) genéticos a través de programas informáticos. Crea unas formas que parecen orgánicas, pero que no requieren de motores, sensores, ni ninguna clase de tecnología avanzada para cobrar vida. Las construye a partir de materiales industriales: tubos de plástico flexible, cinta adhesiva, etc. Se mueven gracias a la fuerza del viento.



*Figura 49: "Strandbeest". Theo Jansen.*

Su gestación comienza en una simulación [informática](#), como organismos de vida artificial que compiten entre sí por ser el más veloz. Jansen estudia las criaturas vencedoras y las reconstruye tridimensionalmente con tubos flexibles y ligeros, hilos de nylon y cinta adhesiva. Aquellas que se desplazan más eficazmente donarán su "ADN" (la longitud y disposición de los tubos que forman sus partes móviles) a las siguientes generaciones para solucionar variedad de problemas.



*Figura 50: "Sabuloso 4". Theo Jansen.*

#### 4.1.9. Otras manifestaciones escultóricas actuales desarrolladas a partir de conceptos y procesos digitales

Otras manifestaciones artísticas de la [digitalización](#) son las expresiones físicas de fórmulas matemáticas, poliedros complejos, imágenes derivadas de ultrasonidos, anamorfosis, sistemas fractales, formas redundantes, manipulaciones topográficas o distorsiones planares.

Un fractal es un objeto semi-geométrico cuya estructura básica se repite a diferentes escalas. El término fue propuesto por el matemático *Benoît Mandelbrot* en 1975 y deriva del Latín *fractus*, que significa quebrado o fracturado. Los fractales pueden ser generados por procesos repetitivos o [iterativos](#), siendo capaz de producir estructuras similares a cualquier escala de observación. Los fractales son estructuras geométricas irregulares y de detalle infinito. Muchas estructuras naturales son fractales, como los helechos, los copos de nieve, la coliflor. Pero es un sistema muy útil para generar formas digitales: Si generamos una serie de puntos en un espacio tridimensional mediante un [algoritmo](#) determinado –como puede ser un programa de 3D- y esos puntos los unimos mediante una malla, obtenemos un objeto tridimensional al que podemos dar la textura que queramos.



Figura 51: “Mihama”. Keizo Ushio. 1990.

Entre los artistas que utilizan fórmulas matemáticas está *Keizo Ushio* <sup>36</sup>, un escultor japonés que trabaja con formas geométricas y topológicas, destacando la Banda de Moëbius -una cinta de una sola cara y no orientable- y el Toro -una superficie cerrada producto de la unión de dos circunferencias-. A partir de cálculos matemáticos, Ushio fragmenta estas formas, dando lugar a insólitas figuras con las que pretende reflexionar sobre conceptos como la eternidad o el paso del tiempo.



Figura 52: “Veksolunds garden”. Keizo Ushio. 2005.

---

<sup>36</sup> <http://www2.memenet.or.jp/~keizo/0005.htm>



El escultor informático *George W. Hart* <sup>37</sup>, desde modelos matemáticos ideales, construye piezas geométricas abstractas partiendo de una forma básica y repitiéndola sucesivas veces buscando, desde todos sus posibles vistas, la simetría.

En "*Fire & Ice*" utiliza sesenta piezas idénticas de roble rojo y diez tiras de latón para conseguir la simetría de un icosaedro. En "*72 Pencils*", construye la obra mediante la intersección hexagonal de cuatro tubos formados por lapiceros.

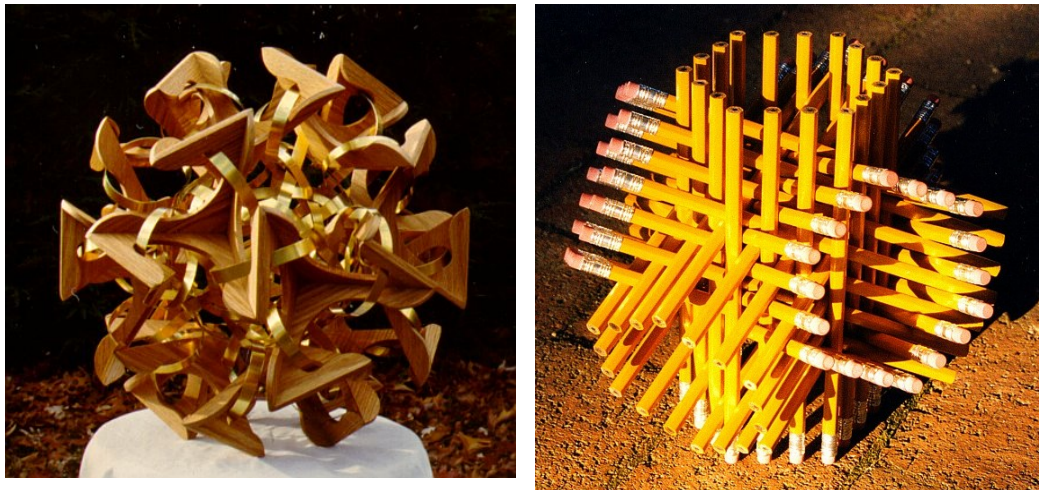


Figura 53 y 54: "*Fire & Ice*" y "*72 Pencils*". *George W. Hart*. 1999.

En "*Deep Estructura*", *Hart* crea una escultura formada por cinco esferas iguales concéntricas. Cada una, está formada por segmentos de línea que recubren la superficie de esa circunferencia, dejando entre ellas unas perforaciones regulares, algunas hexagonales, a través de las cuales se ven las estructuras interiores.

---

<sup>37</sup> <http://www.georgehart.com/sculpture/sculpture.html>



Figura 55: "Deep Estructura". George W. Hart. 2000.

*Dan Collins* está interesado en las deformaciones, en el morphing y en expansiones tridimensionales. Y cómo trasladar esas formas del espacio **virtual** de la pantalla del **ordenador** a un objeto escultórico tangible. Utiliza escáneres 3D y herramientas de diagnóstico médico (TAC y RM) para tomar las imágenes que luego trata con software 3D.



Figura 56 y 57: "Dan 360" Dan Collins. 1995.y "Of More Than Two Minds" Dan Collins. 1994.

Una anamorfosis es una figura que se ve deformada o correcta según el punto de vista desde donde se mira. Las distorsiones anamórficas son una tendencia importante en la escultura digital actual. Son apasionantes porque parecen alterar la [realidad virtual](#).

Termina produciéndolas en materiales reales mediante [computadoras](#) de control numérico (CNC), estereolitografías y sinterización láser.

Sus trabajos utilizan modelos de computadora para controlar el tipo y grado de distorsión que impone a un determinado objeto o conjunto de datos. Luego escala de las operaciones, cambia las proporciones, utiliza puntos de vista excéntricos, los procesos de morphing, el montaje y el 3D. Su reto principal ha sido como obtener estos resultados "fuera" de la computadora y poder producirlos de forma real y tangible. Dan Collins está interesado en la diferencia entre el espacio [virtual](#) de la computadora y la tangibilidad de los objetos escultóricos.

Los últimos años de sus investigaciones se han concentrado en los últimos avances técnicos en la imagen digital 3D. Hasta la fecha ha trabajado con:

- a) Dispositivos de entrada como escáneres láser 3D (en *Cyberware* en Monterey, CA).
- b) Herramientas de diagnóstico médico (CT, MRI).
- c) Modelado en [software](#) como *Wavefront*, la visión de Strata, etc.
- d) Métodos de producción digital como fresadoras CNC, estereolitografía o sinterización láser.



El objetivo que busca con estas investigaciones es el de entender mejor los problemas de representación con respecto a la forma humana. Actualmente está colaborando con la universidad en un proyecto de visualización 3D interdisciplinario denominado PRISM (Asociación para la Investigación en modelado estéreo). El proyecto PRISM de investigación enlaza con disciplinas tan diversas como la tecnología industrial, la arqueología, la antropología, la biomecánica de ingeniería, las ciencias biológicas, la ciencia de [computación](#), la arquitectura, el Diseño Industrial, y la escultura.

Está involucrado en áreas de enseñanza en la Escuela de Arte en la Universidad Estatal de Arizona y en el programa "*Intermedia*". Trabaja con estudiantes de arte y de diseño. Está interesado en el papel que el equipo puede jugar con respecto a la enseñanza inicial del diseño. Muchos de los problemas que se han planteado en los cursos básicos del arte han surgido por el uso del [ordenador](#), porque en ocasiones sus estudiantes se han resistido a la [digitalización](#) total. Él ha tratado de establecer una especie de simbiosis entre las habilidades manuales más tradicionales y el uso de las nuevas tecnologías.

*Barry X Ball* también realiza escaneados de personas luego, sobre una reproducción en yeso, realiza transformaciones que vuelve a escanear. Finalmente realiza la pieza en materiales duraderos. Son curiosas e inquietantes sus cabezas de jefes, con varios rostros y expresiones duras. Trabaja mucho sobre onix mejicano, jugando con el color y todo lo que dan las vetas del material al contenido de su obra.



*Figura 58: “Emparejados”. Lateral y detalle. Barry XBall. 2003.*

*Jon Isherwood* realiza pequeños dibujos sobre bloques de granito en los que mantiene la forma inicial de la piedra. Sus formas, suaves y onduladas, son talladas por medio de CNC, dejando que las huellas dejadas por las herramientas se vean en el material, pero sin que el bloque pierda su aspecto compacto y sólido. En la pieza que realizó para la Oficina de Investigación Criminal, en las caras de un bloque partido talló la huella digital de un presidiario.



*Figura 59: "Rites of passage". Jon Isherwood.*



*Figura 60: "Las cosas no siempre son lo que parecen". Jon Isherwood. 2003.*

Otro ejemplo muy interesante es *Bathsheva Grossman*. Este artista realiza esculturas abstractas de formas geométricas, buscando cierto equilibrio y simetría. Trabaja en 3D, mediante el [ordenador](#). Luego las talla, sobretodo en metal, mediante un torno 3D.



Figura 61: Varias vistas de “MG”. Bathsheva Grossman.



Figura 62: “The Gyroid”. Bathsheva Grossman.

En su [página web](#) <sup>38</sup> se pueden ver sus obras y solicitar alguna de ellas, enviándolas al comprador tras su tallado. No limita la producción de cada una de sus obras, y el precio de cada una está más en función del coste de producción que el de la especulación artística.

Un ejemplo de obra con distorsión planar es el trabajo de *Robert Lazzarini*. *Lazzarini* escanea un objeto familiar en tres dimensiones, después con software 3D lo distorsiona en una de las direcciones tridimensionales del objeto. Usa materiales que dotan al objeto de una apariencia similar a la del original. En sus obras no hay un punto óptimo donde se vea la obra sin deformación, como sucede en las obras creadas con anamorfosis.

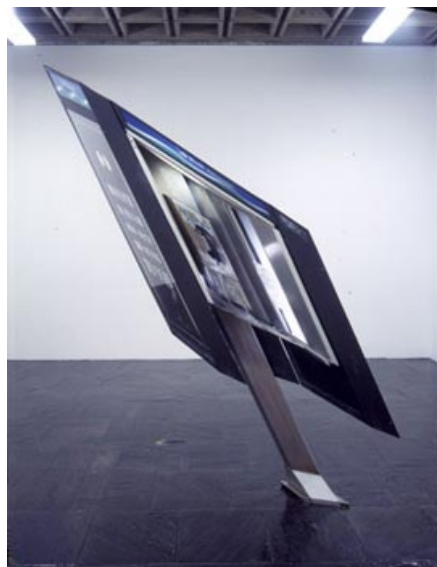


Figura 63: "Payphone". Robert Lazzarini. 2002.

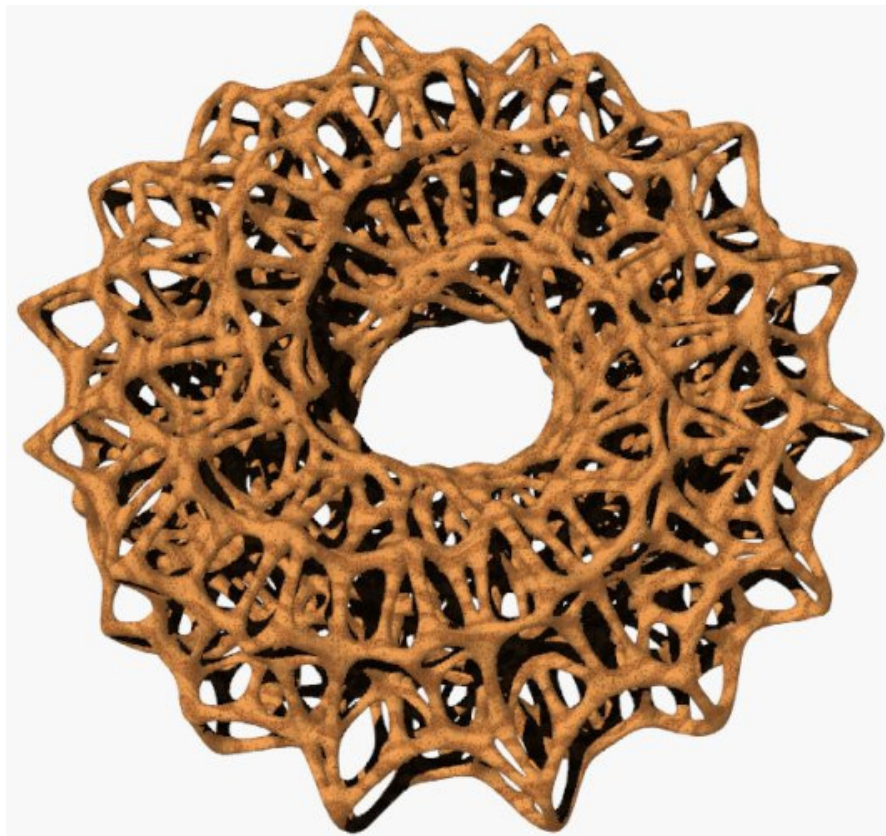
---

<sup>38</sup> Ver: <http://www.bathsheba.com/>



Las máquinas de tallado CNC permiten texturas y detalles muy difíciles de conseguir en tallas de piedra tradicional. Texturas de piel o formas del material original que se transmutan a la piedra como el pixelazo, etc. Estas máquinas trabajan superponiendo capas muy finas, por lo que se pueden crear intrincadas relaciones de vacíos y sólidos sin mucha dificultad.

Todos los escultores digitales trabajan con datos numéricos, ya que esa es la forma en la que el **ordenador** procesa la información visual. Hasta ahora, los escultores digitales no han salido de los poliedros complejos, las distorsiones, los filtros, los escalados y soluciones similares.



*Figura 64: Visualización digital de una escultura, con un software CAD se podría girar y ver desde todos los ángulos. Esta escultura resultaría muy complicada de realizar por medios tradicionales.*

En los inicios de este milenio estamos en un momento en el que arte y ciencia avanzan en paralelo. En el que la Vida Artificial, la [Realidad Virtual](#), la [Realidad Aumentada](#), las imágenes generadas por ordenador, etc. suponen tan sólo los primeros pasos de un nuevo terreno de representación, de conceptualización de nuestro universo interno y externo, que modificará la manera que hasta ahora hemos tenido de comunicarnos entre nosotros y con el mundo, capaz de ensanchar y emocionar el espíritu humano.

El hecho es que los artistas han usando la tecnología como influencia o herramienta durante siglos. Pero con el uso de las tecnologías digitales es diferente. En especial lo referido al [software](#) para crear o interactuar en una obra de arte.

Los ordenadores y los [programas](#) informáticos, cada día más avanzados, permiten resolver tareas complejas con relativa facilidad. Esto provoca que los autores puedan generar ideas y proyectos sin la limitación de tener que pararse a pensar “qué se puede” hacer y “qué no se puede”. Concentrarse en lo que realmente importa: la creación.

Y la tecnología está invadiendo todos los ámbitos de la creación artística hasta tal punto, que las antiguas categorías con las que se clasificaron las artes clásicas (pintura, escultura, etc.) son cada día menos válidas para describir las manifestaciones artísticas que actualmente se están generando.

Muchas de las creaciones que hoy se están realizando son instalaciones o esculturas con luces, sonidos, movimiento, etc. No son simples construcciones cinéticas, sino que interactúan con el entorno y con los espectadores, reaccionando a ciertos estímulos, modificando -en algunos casos- su comportamiento en función de esos datos: Cuadros que son pantallas de ordenador que proyectan animaciones 3D con sutiles cambios de movimiento; instalaciones robóticas con movimientos que parecen imitar seres de la naturaleza, etc.

Uno de los artistas que inició esta exploración fue *David Roy*. Trabaja sobre madera, dándoles un movimiento similar al de los mecanismos de un relojero. De hecho, su [página web](http://www.woodthatworks.com) ([www.woodthatworks.com](http://www.woodthatworks.com)) literalmente significa “madera que trabaja”. El movimiento lo imprime mecánicamente, en ocasiones con ayuda del viento. El bucle de movimiento puede completarse entre veinte minutos y quince horas.



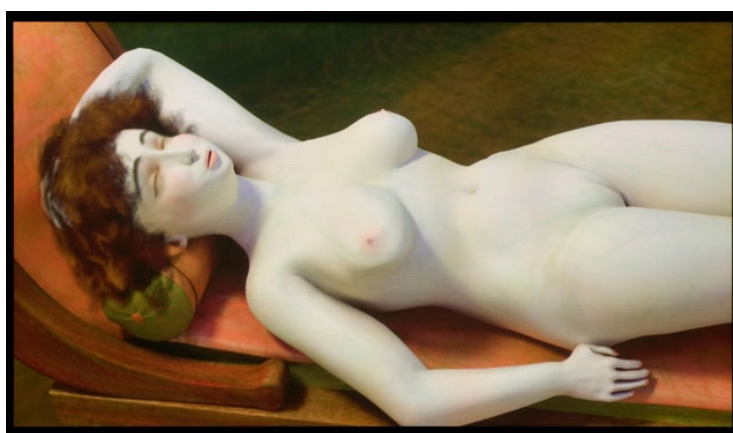
*Figura 65: “Evolution”. David Roy. 2009*



*Figura 66 y 67: De izq.a der. “SkyDance2” y “Evolution”. David Roy. 2007.*



Otro ejemplo quiero citar a *Claudia Hart*. Se podría decir que su obra se encuentra entre la pintura y la escultura. Pero esta definición no hace justicia a sus inquietudes y manifestaciones artísticas. Algunas de sus obras son esculturas antropomórficas que se asemejan a maniqués o muñecos olvidados en nuestro entorno urbano. Su producción actual se basa en obras digitales, entre las que encontramos representaciones 3D de paisajes casi oníricos, o representaciones sensuales de cuerpos femeninos que interactúan con la subjetividad emocional del espectador.



*Figura 68: "Machina". Claudia Hart. 2008.*



Sus obras captan la atención del espectador sumiéndole en la atmosfera que crea. Pese al lento movimiento de sus obras, pese al sosiego que transmiten, parece que va suceder algo en cualquier momento. La imaginación del espectador intuye, especula, espera, estableciéndose un diálogo con el espectador esencialmente emotivo.

*Figura 69: "Ophelia". Claudia Hart. 2008.*

*Rafael Lozano-Hemmer* es conocido por la creación de grandes instalaciones interactivas en espacios públicos en toda Europa, Asia y América del Norte. El uso de la robótica, el [software](#) personalizado, las proyecciones, los enlaces de [Internet](#), los teléfonos móviles, los sensores, indicadores luminosos, cámaras, sistemas de seguimiento, etc. Por su pequeña escala "*Subsculptures*" y su trabajo en fotografía, vídeo, instalación y explorar temas de la vigilancia, la percepción, y el engaño.



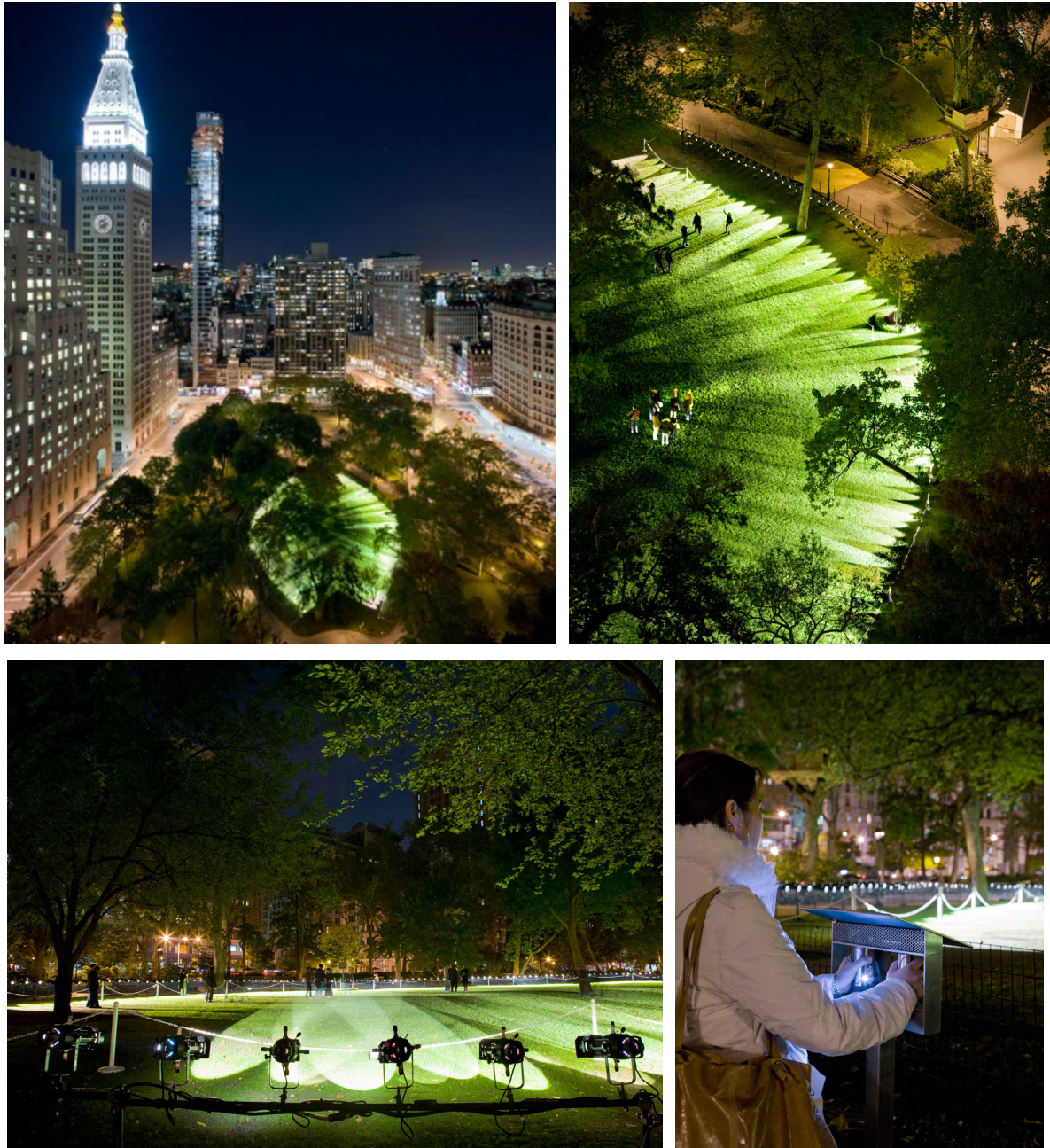
*Figura 70: "Pulse-Front". Toronto. Rafael Lozano-Hemmer. 2007.*

Uno de sus proyectos más conocidos fue la matriz de los rayos de luz en realizó en varias ciudades del mundo (Méjico, Toronto, Nueva York, etc.). Tuvo varias configuraciones, pero básicamente consistía en una serie de grandes proyectores que –dependiendo del proyecto– eran dirigidos por los [usuarios](#) que se conectaban a una [página web](#) creada al efecto o eran dirigidos por los latidos del corazón de quienes interactuaban con ellos.

El proyecto estaba formado por unos veinte proyectores de gran potencia y por robótica. En el ejemplo ilustrado, el sistema estaba totalmente controlado por una red de sensores que medían la frecuencia cardiaca de las personas con las que interactuaba. Estaban colocados en un paseo, de forma que los transeúntes tenían el impulso de agarrarlos, al hacerlo, la lectura de sus frecuencias cardiacas se convertían en impulsos eléctricos que las computadoras que manejaban los haces de luz mandaban a los proyectores. Con más de 200.000 vatios de potencia y 15km. de visibilidad, constituye la escultura de luz interactiva más grande del mundo.

En la instalación que mostró en el *Madison Square Park* de Nueva York. Unos sensores montados en dos esculturas verticales a disposición de los usuarios, captaban el pulso cardiaco de los usuarios al situar las manos sobre ella. Esta frecuencia se traducía en impulsos eléctricos que dibujan formas mediante haces de luz sobre la superficie del parque.





*Figura 71: "Pulse Park". Nueva York. Rafael Lozano-Hemmer. 2008.*



Figura 72: “Pulse spiral” Moscow. Rafael Lozano-Hemmer. 2008

“*Vectorial Elevation*” fue una instalación interactiva que se diseñó originalmente para celebrar la llegada del año 2000 en el centro de la ciudad de Méjico. Mediante una [página web](#) <sup>39</sup>, permitía que cualquier persona pudiese diseñar una escultura de luz sobre la ciudad mediante dieciocho cañones de luz localizados alrededor de la plaza. Los potentes cañones de luz se veían a una distancia de 15 kilómetros, y se controlaban mediante un programa de [realidad virtual](#).

---

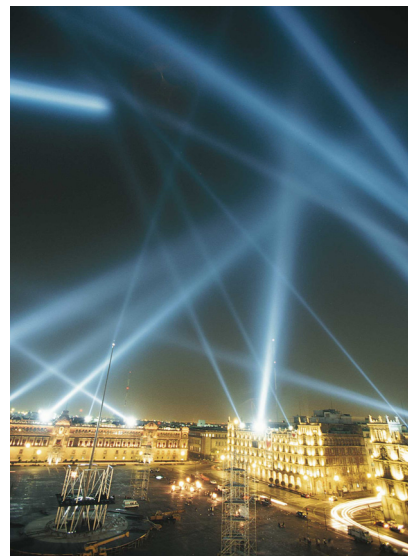
<sup>39</sup> Entonces [www.alzado.net](http://www.alzado.net)

Toda esta interactividad era grabada por tres cámaras digitales. En Méjico participaron 800.000 personas de 89 países. El proyecto realizado posteriormente en otras ciudades como en Vitoria-Gasteiz, en el País Vasco, en el año 2002 para la inauguración del Museo Artium. Participaron 300.000 personas. Este proyecto también se llevó a Lyon (Francia) para la Fête des Lumières con 600.000 participantes. Y a la ciudad de Dublín (Irlanda) para celebración de la expansión de la Unión Europea con 500.000 participantes.

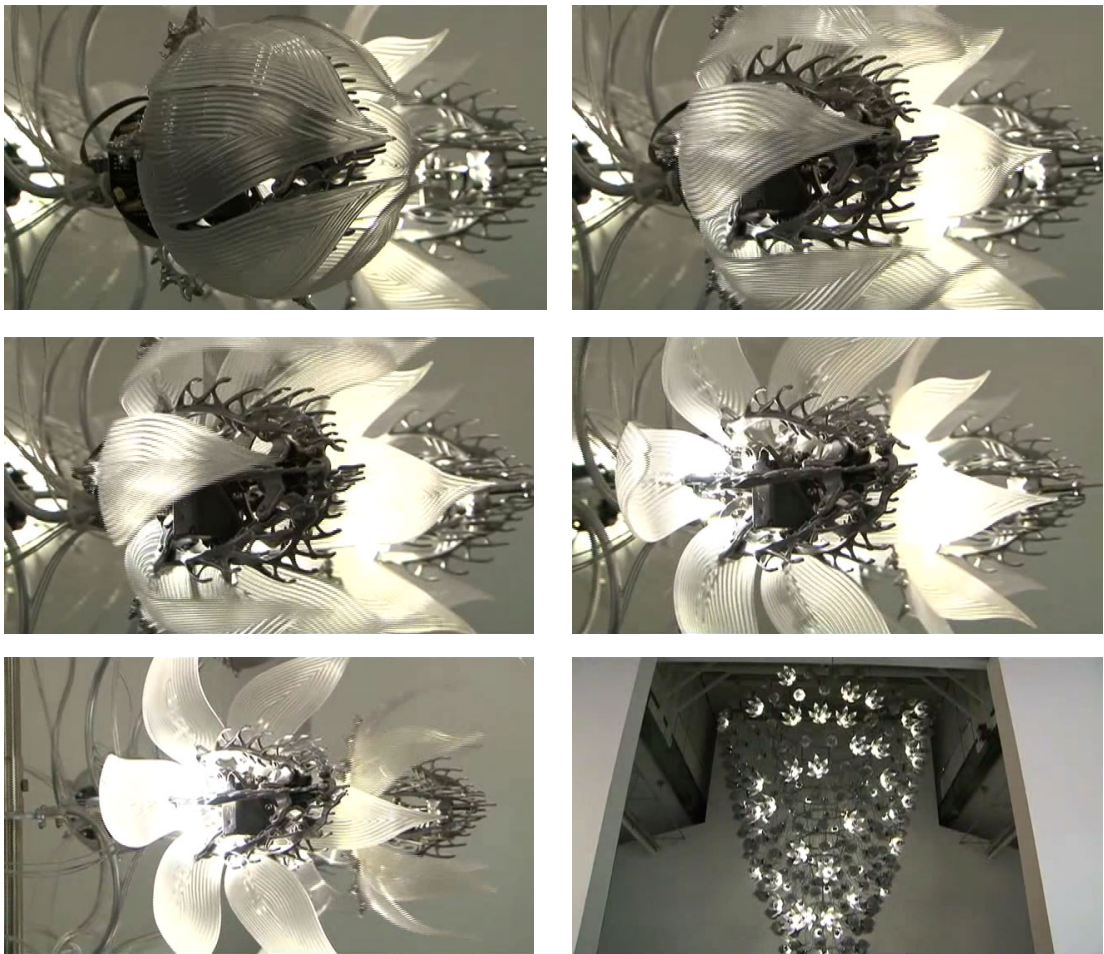


*Figura 73. "Vectorial Elevation". Rafael Lozano-Hemmer. 2002.*

La importancia de *Alzado Vectorial* se encuentra en que *Lozano-Hemmer* crea una situación en la que el público tiene el control de los medios de producción del espectáculo. Es un juego orientado hacia la participación creativa y la potenciación.







*Figura 74: Secuencia de movimiento (De derch. a izq. y de arriba a abajo). "Una Lumino".  
U-Ram Choe. 2008.*

El artista coreano *U-Ram Choe* imita formas orgánicas utilizando el acero inoxidable, la robótica y materias acrílicas. Sus movimientos cinéticos simulan la respiración, el batir de un ala en vuelo, el movimiento de propulsión de una aleta en el agua, etc. A pesar de utilizar materiales industriales, fríos y rígidos, sus creaciones expresan ingravidez y una delicada delicadeza.



*Figura 75: "Una Lumino". U-Ram Choe. 2008.*

El arte con medios digitales, no se define en función de las tecnologías empleadas, sino que es el artista, al emplear una tecnología con un propósito artístico o experimental, el que las redefine como un medio artístico. Gillo Dorfles afirmaba:



*“Los escultores modernos han sabido adueñarse con facilidad e inventiva de los materiales nuevos más extraños, en realidad de los más desagradables, y los han tratado con una técnica que, de pronto, los ha trocado de golpe en “artísticos”, (...) ha brindado nuevos impulsos al artista cansado de los medios tradicionales. La función del artista en definitiva, hoy como ayer, es la de insuflar vida en la materia muerta, la de “espiritualizar” el material ciego y mudo; la de introducir lo formativo en una forma todavía amorfa.”<sup>40</sup>*

Hoy ese material nuevo y “extraño” es la tecnología digital como ayer lo fueron otras. Como podemos ver en estos ejemplos, el **ordenador** no es sólo una máquina industrial más. Su capacidad para procesar información hace que nos acompañe prácticamente en todas las facetas de nuestras vidas. Sus amplias posibilidades y capacidades para campos tan diferentes del saber y su permanente presencia les otorgan un poder que no ha tenido ninguna otra herramienta creada por el ser humano. Una máquina repite mecánicamente la misma función. El ordenador es más, es nuestro espejo psicológico: El ordenador NO piensa, pero puede simular nuestros pensamientos. El ordenador NO siente, pero puede simular nuestras emociones.

El temor de que las máquinas acaben pensando, sintiendo y dominando al ser humano, ha constituido una narrativa recurrente en cine y la literatura (Metrópolis, Matrix, Terminator, Yo robot, Un mundo feliz, etc.) desde hace mucho tiempo. Ese temor persiste, y quizás explica parte del rechazo que provocan estas tecnologías en algunos seres humanos. Pero los ordenadores por sí mismos NO crean. Y sin el sentimiento y la

---

<sup>40</sup> DORFLES, Gillo. *“El devenir de las artes”*. Ed. Fondo de Cultura Económica. 2001. México. (pág. 108).

creatividad de sus autores, el arte digital no sería nada. Sería como hablar a un espejo.

Quizás estemos próximos a una revolución estética en la escultura sin precedentes en la historia, como consecuencia de la incorporación a los procesos creativos y productivos de los avances tecnológicos y digitales, de la misma forma que supuso un cambio evolutivo y conceptual la irrupción de la máquina y la industrialización a principios del s.XX.

Tom Flynn apuntaba algo así al afirmar:

*“La máquina, en sus manifestaciones cada vez más diversas y sus incursiones cada vez más ubicuas en los asuntos humanos, tendrá un gran impacto en la evolución de la escultura durante las primeras dos décadas del s.XX. Del mismo modo que los nuevos avances de la tecnología digital y la cibernética han tenido un impacto en el periodo que vivimos en la actualidad, afectando de modo significativo a los modos en los que los seres humanos se relacionan entre sí y con su entorno.”*<sup>41</sup>

Por otra parte, las obras digitales entrañan valores y conceptos que hasta ahora no han sido resueltos: ¿Cómo definimos este arte? ¿Cuál es su valor actual? ¿O su valor futuro? ¿Cómo lo Archivamos? ¿Cómo lo coleccionamos? ¿Cual es el mantenimiento –siempre diferente- que requiere cada obra?

---

<sup>41</sup> FLYNN, Tom. “El cuerpo de la escultura”. Ed. Akal. 2002. Madrid. (pág. 141).

Hasta la última década del siglo XX los patrocinadores, los museos y galerías no mostraron interés por el arte digital. Seguían existiendo grupos muy influyentes que defendían las formas tradicionales de la escultura y demás artes. Pero el interés que despertó en los años 60 el videoarte provocó que esas instituciones se fueran acercando a otros tipos de creación.

Se considera 1995 como el año en el que la primera gran institución adquirió una obra de tecnología digital. Se trataba del Whitney Museum of American Art con "The World's first collaborative Sentence" de Douglas Davis. A partir de ese momento, otras instituciones como el ICA de Londres, el New Museum of Contemporary Art de Nueva York, la Fundación Cartier de París, etc. comenzaron a montar exposiciones de este género.

El carácter intrínsecamente efímero del arte digital, así como su estética y tecnología poco familiar, supone un reto para los coleccionistas y galeristas, así como su conservación.

A esto se le suma la naturaleza inmaterial y su dependencia tecnológica, es decir, los [programas](#) y equipos informáticos que resultan obsoletos rápidamente, la necesidad permanente de fuentes de alimentación, etc.

Que las tecnologías digitales están hundiendo sus raíces cada día más profundamente en el campo artístico no sólo se ve reflejado en la cantidad de museos e instituciones que se interesan por esta nueva manifestación artística, sino también en festivales como ArtFutura o MediaLab-Prado que tratan de estimular la experimentación y la producción dando difusión a las obras más destacables realizadas cada año. También ferias como SIGGRAPH que promueve la generación y difusión de información sobre gráficos por [ordenador](#) y técnicas interactivas.

El arte digital no ha agotado sus posibilidades. La explosión de creatividad y pensamiento crítico desde finales de los 90 no ha hecho más que empezar. No sabemos si los medios digitales que ahora consideramos novedosos se seguirán empleando dentro de diez años o habrán surgido otros que los sustituyan o complementen. Pero lo cierto es que la línea que separa el arte digital de las formas artísticas más tradicionales se va desdibujando, y antes o después el arte digital será absorbido por la cultura popular.

Todas estas sinergias, todo este trabajo y esfuerzo no son en vano. Responden a una inquietud, a una necesidad común. La frase de Kandinsky que mencionaba en otra parte de este trabajo, cobra más sentido aún:

*“Toda obra de arte es hija de su tiempo, muchas veces es madre de nuestros sentimientos”*<sup>42</sup>

---

<sup>42</sup> KANDINSKY, Vasili. *“De lo espiritual del arte”*. Ed. Paidós. Barcelona, 2003. (pág. 21).

## 4.2. La enseñanza de la escultura

Tradicionalmente la clasificación de las artes distingue entre las artes útiles, orientadas hacia la utilidad o comodidad práctica, relacionadas con un oficio (cerámica, orfebrería, ebanistería, etc.), de las consideradas nobles, en las que se persiguen valores estéticos sin tener en cuenta su utilidad (pintura, escultura, arquitectura, música, literatura, danza, teatro, etc.), también conocidas como 'Bellas Artes'.

Las denominadas 'artes plásticas' hacen referencia a un grupo de disciplinas dentro de las Bellas Artes (pintura, escultura, dibujo, grabado y cerámica) esta clasificación varía en función de la concepción que se tiene del arte en un momento dado. Ahora, también se integra en ese grupo procedimientos técnicos de manipulación y tratamiento de imágenes como la fotografía, el video, etc.

Desde el s. XIX se ha utilizado el término 'Bellas Artes' para denominar los centros que imparten, exhiben o muestran este grupo de disciplinas. Ya que, aunque la música, el teatro, la arquitectura, etc. también forman parte de las Bellas Artes, se han desarrollado de manera independiente, con [programas](#) especiales para su formación. Las disciplinas plásticas tradicionalmente se han agrupado en un mismo programa de formación.

La enseñanza de las artes plásticas ha tomado diferentes enfoques. Los distintos movimientos artísticos que han proliferado en el s. XX, las propuestas estéticas cada vez más interdisciplinares, hacen que los valores y criterios de esa enseñanza varíen. Hoy, con las técnicas para tratar imágenes o para intercambiar y transmitir información, la masificación del mercado, la globalización de la cultura, etc. fuerza al arte y los artistas a asumir y reflexionar sobre su lugar en esta nueva sociedad.

Esto sin tener en cuenta, por ejemplo, el elevado número de profesiones actuales que tienen como base unos conocimientos artísticos o estéticos, o la dicotomía existente entre el arte de vanguardia y la enseñanza oficial. La vertiginosa evolución de nuestra sociedad no ha seguido por un proceso similar en el terreno educativo, lo que redundará en la actual crisis de legitimar la enseñanza del arte en el marco de la nueva sociedad del conocimiento.

Esta evolución social y la progresiva complejidad de las actuales prácticas artísticas, hacen problemática la conjunción de las mismas, poniendo en una difícil situación a los centros que imparten enseñanzas artísticas. En un momento en el que se les exige una renovación de los contenidos y los métodos pedagógicos para adecuarse a las exigencias y expectativas que la sociedad actual impone. La imagen, como tal, ya no es un lenguaje, un medio o un objetivo. Ha pasado a convertirse en concepto, en pensamiento.

La práctica artística es cada vez más interdisciplinar, su campo de acción cubre todas las actividades humanas. La investigación en técnicas y procesos procedimentales, que han constituido el esfuerzo y la dirección prioritaria de las metodologías educativas universitarias, está perdiendo importancia frente a experiencias menos relevantes como las impregnaciones sociales o semióticas de la investigación en otras áreas de conocimiento, así como en los procesos de enriquecimiento que éstas pueden aportar a la obra.

El arte, en su concepción más genérico, ha perdido el matiz revolucionario y reivindicativo que tuvo en la primera mitad del s. XX. La progresiva sistematización del lenguaje, de las prácticas, códigos y mensajes culturales, ha relegado la función del arte a un mero entretenimiento, a un espectáculo adicional más de la sociedad contemporánea. Esta sociedad se ha hecho adicta a la homogeneidad, tanto

de criterios como de mensajes, por medio de la imposición de un mismo lenguaje y unos mismos valores a través de apropiación de unos medios de masas cada día más presentes.

¿Qué mejor antídoto y postura de resistencia frente a ese mal social denominado indiferencia que la reivindicación planteada por el arte?. Una nueva metodología didáctica, que tenga en cuenta los planteamientos artísticos más radicales, y los avances técnicos disponibles por la actual tecnología puede ser el camino para la emancipación a través de la cultura. Desde el punto de vista perceptivo, hay conceptos que han sido aceptados socialmente, el cuestionamiento de esa percepción del mundo y de cualquier otra, haciéndola más reflexiva, puede constituir un referente en ese salto hacia delante. Ya que la creación –o la enseñanza orientada a esa creación- no tiene porque estar exclusivamente a la producción de obras, sino también a una reflexión crítica sobre ellos y la manera de estar en el mundo. Quiero decir, que el objetivo no tiene porque ser –o ser exclusivamente- la creación de una estética digital, sino en primer lugar orientarlo hacia la detección de unas nuevas categorías que superen las impuestas por el pensamiento historicista (tradición, influencia, evolución, etc.), y que se adapten perfectamente a las circunstancias actuales de invención, interrelación y globalidad.

Por tanto, los contenidos de la enseñanza podrían estar más orientados hacia el desarrollo de una metodología crítica visualmente. No para descubrir alguna verdad oculta tras el velo de las apariencias –tras las que quizás no exista nada- sino para desentrañar los métodos que el sistema utiliza para crear y consolidar una configuración visual.

#### 4.2.1. Actualmente

En la primera página de la introducción de Didáctica de las Artes Plásticas, que el Instituto de Ciencias de la Educación imparte a los futuros profesores de Educación plástica, se dice:

*“... a lo largo del tiempo, la manera de enfrentarse con el problema de la representación no varía substancialmente, aunque cambien las técnicas y los materiales utilizados. El hombre primitivo se plantea y resuelve el mismo problema que nuestros alumnos de hoy: trasladar artísticamente a un soporte bi o tridimensional formas vistas o imaginadas, a fin de comunicar esta información al resto de la humanidad.”*

43

Es decir, que el problema de enfrentarse a un material inerte para conseguir darle forma y expresión ha existido siempre, hablemos de materiales físicos y tangibles (madera, piedra, etc.) como de materiales intangibles (luz, sonido, representaciones digitales, etc.). Lo que van cambiando son los materiales utilizados y, por lo tanto, las técnicas y los procesos.

El artista sabe que tiene que aceptar estos condicionantes de la materia que pretende utilizar en su obra. Y son precisamente esas peculiaridades de cada material el elemento que se aprovecha para crear. Los aspectos técnicos condicionan la expresión. Por tanto el control de los materiales y sus técnicas, así como los aspectos formales, es uno de los elementos

---

<sup>43</sup> MERODIO, M<sup>a</sup> Isabel. "Didáctica de las Artes Plásticas". ICE de la UCM. Madrid. 2005. (pág. 9).



básicos en la evaluación artística. Así ha sucedido siempre y, dado el componente subjetivo de la materia artística, es probable que siga siendo el elemento fundamental para evaluar el aprendizaje de esta materia.

A continuación, copio y pego -técnica genuinamente digital- un ejemplo de los objetivos pedagógicos específicos y la metodología de un quinto curso de escultura de una universidad española. El objetivo no es otro que el de establecer cuáles son los parámetros entorno a los que gira actualmente la enseñanza de la escultura en el ámbito universitario:

#### **Objetivos específicos**

- Conocimiento de las características de la piedra y la madera, su comportamiento en el proceso de trabajo y tras él. Parámetros físico-químicos que las definen y normas comerciales que las califican.
- Aprendizaje del manejo de las herramientas de talla. Los métodos de talla y planificación del trabajo en cada uno de ellos.
- Técnicas auxiliares para la concreción del boceto. Talla en materiales no definitivos (poliestireno, escayola, etc). Técnicas cerámicas y técnicas de vaciado.
- Introducción al estudio de las técnicas de los metales.
- Metodología de la creación plástica.
- Estudio de los autores fundamentales y de las características de los lenguajes artísticos que el trabajo de cada alumno requiera. El profesor orientará al alumno en relación con la orientación que tome su proyecto.

#### **Metodología**

Como la mayoría de las asignaturas de las carreras artísticas la enseñanza es fundamentalmente de carácter individualizado. A fin de que exista un curriculum unificado de la asignatura y salvar la excesiva disgregación que supondría el exclusivo trabajo individual del alumno, las clases teóricas, además de orientar y enmarcar los ejercicios en piedra y madera y fijar los conceptos fundamentales de estas técnicas y materiales, servirán también para garantizar el aprendizaje de los contenidos mínimos, de aquellas técnicas cuya práctica solo se aborda en los trabajos de grupo.

Estas clases serán por tanto el marco del estudio de las técnicas constructivas, las técnicas del trabajo en metal, las técnicas de vaciado, los métodos de traslación de la forma y de la discusión de los problemas de los lenguajes artísticos.

Dado que para un primer conocimiento del abanico de técnicas de la escultura no es posible que todos los alumnos se ejerciten prácticamente en todas ellas, se realizarán una serie de trabajos a fin de tomar contacto con algunas otras técnicas básicas.

Para que el trabajo individual permita tanto el control y el apoyo del profesor, como la autocrítica y la revisión de su trabajo por parte del alumno, el método de trabajo será especialmente exigente a la hora de fijar los pasos que se dan desde los dibujos preparatorios y los bocetos a la obra final. Además el boceto de los ejercicios de talla es una oportunidad para, según el caso, hacer entrar en juego las técnicas de vaciado en escayola, las reproducciones en resina, el ahuecado para terracota, etc. En este sentido el boceto deberá servir para practicar estas técnicas auxiliares.

Junto a los ejercicios del programa el alumno entregará una memoria que recoja todo el proceso creativo y realizará un trabajo teórico sobre un autor o un problema plástico ligado a su trabajo personal, o, en su caso, una propuesta general para el curso que establezca el profesor.

Este ejemplo denota la vocación eminentemente práctica de estas asignaturas. Para el desarrollo de todo este proceso se requiere una carga de tiempo muy importante. Tiempo que el alumno reparte entre muchas habilidades como la asimilación de las técnicas, la secuencia correcta de los procesos, las propias habilidades personales, el desarrollo propio de su pieza, etc. Es sencillo evaluar la mayor o menor pericia en la asimilación de unas técnicas y su transferencia a un material físico, pero no es tan sencillo hacer esa valoración sobre aspectos más reflexivos y conceptuales.

Este proceso parece ineludible dentro de la disciplina de la escultura, pero menoscaba el enriquecimiento reflexivo que la situación actual de la escultura está planteando, en muchos cursos de final de carrera así se reflejan, pero no lo hace globalmente en el contexto de la enseñanza.

Los conceptos teóricos tienen una vocación evidentemente práctica: la utilización de herramientas eléctricas, las diversas técnicas manuales, los procesos químicos o industriales, las técnicas de vaciado o

reproducción, la seguridad y la prevención de accidentes, etc. Los procedimientos técnicos escultóricos se concentran en los tipos de materiales que tradicionalmente han sido empleados por los escultores:

Material	Proceso
Madera	Sustractivo
Piedra	Sustractivo
Metal	Constructivo
Barro	Aditivo

¿Dónde encaja en este esquema los planteamientos que tienen que ver con luz, sonido, interactividad del [usuario](#), robótica, etc.?

Los conceptos teóricos, reflexivos, críticos o filosóficos, que tienen que ver con la interacción de distintas disciplinas técnicas o saberes –tan habituales en nuestra actual sociedad- en las disciplinas de las Bellas Artes –y más concretamente en el de la escultura- no existen. Los que tímidamente se imparten, se basan principalmente a conceptos de la historia del Arte, y se circunscriben al mundo de la imagen y la cinematografía. En este sentido, debemos ser conscientes de la precaria consideración que se tiene de la escultura y los escultores en los propios libros de Historia del Arte. Debemos incluir en la enseñanza de esta asignatura no sólo un área de práctica, sino una doctrina teórica preocupada de los nuevos conceptos, técnicas y materiales, que se adapte al contexto social y cultural en el que vivimos, no tan sólo a su práctica más academicista, vinculada exclusivamente a los materiales más tradicionales.

*"Al ritmo actual de los cambios tecnológicos, los años de enseñanza obligatoria no pueden transmitirnos todo lo que necesitaremos en la vida adulta. Por consiguiente, la escuela debe enseñarnos adaptabilidad" <sup>44</sup>.*

Es más, dada la creciente especialización y tecnificación de cualquier campo actual del saber, resulta prácticamente imposible aunar en una sola asignatura, o incluso persona, todos los conocimientos necesarios para llevar a cabo el desarrollo de un proyecto escultórico con implicación de recursos digitales o nuevas tecnologías. Aquí, es donde entra otro de los conceptos que caracterizan estos proyectos y que, lógicamente, deberían formar parte de los **programas** de enseñanza superior: la transdisciplinariedad, es decir, la capacidad para superar la parcelación y fragmentación del conocimiento que caracterizan las distintas disciplinas y su consiguiente hiperespecialización, lo que limita su capacidad para comprender las complejas realidades del mundo actual. Más adelante, en este escrito, trataremos este tema con mayor detalle.

*"La educación debe sufrir una profunda reestructuración destinada a asegurar que cada individuo obtenga las habilidades y la confianza necesarias para aprovechar las oportunidades que presenta una sociedad basada en el conocimiento." <sup>45</sup>*

---

<sup>44</sup> NISBET, John y SHUCKSMITH, Janet. "Estrategias de aprendizaje". Aula XXI. Santillana, Madrid. 1987. ISBN: 84-294-2603-5. (pág. 27)

<sup>45</sup> SELTZER, Kimberly y BENTLEY, Tom. "La era de la creatividad. Conocimientos y habilidades para una nueva sociedad." Madrid, Santillana (Colección Aula XXI), 2000. ISBN: 84-294-6833-1. (pág. 15)

Hay que saber aprovechar las ventajas que nos ofrece estas técnicas y las tecnologías a nuestra disposición, ya que es el mejor camino para ofrecer diferentes propuestas de investigación, desarrollar nuevas estrategias de enseñanza, introducir cambios, ampliar campos de reflexión, y establecer los parámetros que definan una asignatura.

En definitiva, como apuntaba M<sup>a</sup> Isabel Merodio, “el aprendizaje no se lleva a cabo por simple adicción o acumulación de nuevos elementos a la estructura cognoscitiva del alumno. El aprendizaje significativo es, por definición, un aprendizaje globalizado en la medida en que supone que el nuevo material de aprendizaje globalizado se relaciona de forma substantiva y no arbitraria con lo que el alumno ya sabe” <sup>46</sup>. Así pues, cuanto más globalizado sea el aprendizaje, mayor será su significatividad, más estable será su retención y mayor será su transferencia y funcionalidad.

#### 4.2.2. ¿Qué propone el EEES?

En mayo de 1998, los ministros responsables de la Educación Superior de Francia, Reino Unido, Italia y Alemania realizan una declaración conjunta (“Declaración de La Sorbona”) en la que, con el objeto de potenciar la Europa del conocimiento, se propone la necesidad de armonizar los sistemas de Educación Superior en Europa. Se toma la iniciativa de crear un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) que favorezca la movilidad y las oportunidades de empleo y en el que

---

<sup>46</sup> MERODIO, M<sup>a</sup> Isabel. *Ibidem*.

identidades nacionales e intereses comunes puedan relacionarse y reforzarse fomentando el desarrollo global de Europa.

La “Declaración de Bolonia”, en junio de 1999, suscrita por 29 estados europeos, entre ellos España, que se adhieren a los principios establecidos en la Declaración de La Sorbona, sentó las bases para la construcción del EEES, extendiéndose el plazo temporal para su realización hasta 2010 y fijando como objetivos básicos:

- La creación y consolidación del EEES.
- La promoción del sistema de Educación Superior europeo en todo el mundo.

El Espacio Europeo de Educación Superior es (EEES) un ámbito de organización educativo iniciado en 1999 tras esa declaración, que pretende armonizar los distintos sistemas educativos de la Unión Europea, proporcionando un intercambio eficaz entre todos los estudiantes, así como dotar de una dimensión y de una nueva agilidad al proceso de cambio emprendido por las universidades europeas.

Se integran actualmente en el EEES aparte de los 27 países de la UE, otros como Rusia o Turquía hasta llegar a la cifra total de 46 países participantes. Los países que se encuentran dentro del EEES son:

- Desde 1999: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia, Suiza.
- Desde 2001: Croacia, Chipre, Liechtenstein, Turquía.

- Desde 2003: Albania, Andorra, Bosnia y Herzegovina, Ciudad del Vaticano, Rusia, Serbia, República de Macedonia.
- Desde 2005: Armenia, Azerbaiyán, Georgia, Moldavia, Ucrania.
- Desde 2007: Montenegro.

Mónaco y San Marino son los únicos miembros del Consejo de Europa que no se han integrado en el EEES. Otros países o territorios han solicitado incorporarse al Proceso de Bolonia, siendo rechazados, en concreto Israel, Kirguistán, Kosovo y la República Turca del Norte de Chipre.

Las propuestas concretas recogidas en la Declaración de Bolonia con la intención de alcanzar los dos objetivos citados son:

- La adopción de un sistema de titulaciones flexible, fácilmente comprensible y comparable, mediante la implantación, entre otras medidas, de un Suplemento Europeo al Título (SET).
- Sistema que estaría basado, fundamentalmente, en dos ciclos formativos principales: GRADO y POSGRADO.
- El establecimiento de un sistema de créditos común, el ECTS (European Credit Transfer System – Sistema Europeo de Transferencia de Créditos), para promover una mayor movilidad de los estudiantes.
- La promoción de la MOVILIDAD y la eliminación de obstáculos para el ejercicio efectivo del derecho de libre circulación de estudiantes, profesores y personal administrativo de las

universidades y otras instituciones de Educación Superior europea.

- La promoción de la cooperación europea para asegurar un nivel de CALIDAD mediante el desarrollo de criterios y metodologías comparables.
- La promoción de una dimensión europea en la Educación Superior con particular énfasis en cooperar en el desarrollo curricular.

Para conseguir los objetivos que persigue, se basa en tres pilares fundamentales:

- Pauta ECTS (European Credit Transfer System): Se fundamenta en el precepto de que, a partir de ahora, un crédito será equivalente a unas 25 ó 30 horas de trabajo (dentro y fuera del aula). Desde el punto de vista docente, la consecuencia es la reducción de las horas de clase presencial en favor de prácticas tuteladas por el personal docente.
- Estructura grado/posgrado: La educación superior se dividirá en dos ciclos, un grado de orientación generalista y un posgrado de orientación especialista. Hay que destacar que el principio que articulará este sistema será la adquisición de habilidades, frente a la adquisición de conocimientos, por lo que estos grados y posgrados estarán fuertemente dirigidos a dar respuesta a las necesidades laborales que existan en la sociedad.
- Acreditación: El último pilar prevé la creación de sistemas de acreditación que, mediante una evaluación interna y otra externa, vigile la calidad de cada centro formativo y su



adecuación a los requisitos del Espacio Europeo de Educación Superior.

Las reformas financieras necesarias para crear una Europa del conocimiento.[5] [6] En 1974, Peter Drucker escribió su libro "*La sociedad post-capitalista*", en el que destacaba la necesidad de generar una teoría económica que colocara al conocimiento en el centro de la producción de riqueza. Al mismo tiempo, señalaba que lo más importante no era la cantidad de conocimiento, sino su productividad.

Como complemento a estos pilares básicos, además se establecerá un Suplemento al Título (Diploma Supplement, DS), en el que se detallará, en un formato común a todo el EEES, las competencias adquiridas por los estudios y una detallada explicación de las asignaturas cursadas.

El EEES se ha incorporado a muchos países fuera de la Unión Europea y se apunta como el marco de organización educativa más importante de las próximas décadas. El año 2010 es el horizonte previsto por la citada Declaración para la plena consecución de sus objetivos.

El sistema español de enseñanzas universitarias, aunque ha iniciado la adopción de normativas europeas puntuales, no disponía de un marco legal adecuado que sustentara con garantías la reforma universitaria.

La Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001 (del 21 de diciembre) de universidades, sentó las bases para realizar un profundo cambio en las universidades españolas.

El 26 de octubre de 2007 el Consejo de Ministros aprueba el Real Decreto de Ordenación de Enseñanzas Universitarias oficiales por el que se modifica el sistema de clasificación de la enseñanza superior. Este

Real Decreto fija una nueva estructura de títulos en tres niveles (grado, máster y doctorado) en consonancia con el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Los principales objetivos, derechos y obligaciones que recoge esta Ley son:

- Permitir a las propias universidades crear y proponer, de acuerdo con las reglas establecidas, las enseñanzas y títulos que hayan de impartir y expedir, sin sujeción a la existencia de un catálogo previo establecido por el Gobierno, como hasta ahora era obligado. No se tuvo en cuenta este objetivo del decreto-ley en las comunidades autónomas, como Andalucía, que obligaron a uniformar los títulos universitarios a un 75% en todas las titulaciones y crear un catálogo en Comisiones de Rama y Titulaciones.
- Adoptar una serie de medidas que, además de ser compatibles con el Espacio Europeo de Educación Superior, flexibilizarían la organización de las enseñanzas universitarias, promoviendo la diversificación curricular y permitiendo que las universidades aprovechen su capacidad de innovación, sus fortalezas y oportunidades.
- Impulsar un cambio en las metodologías docentes, que centra el objetivo en el proceso de aprendizaje del estudiante, en un contexto que se extiende ahora a lo largo de su vida.
- En el diseño de un título se deberán reflejar más elementos que la mera descripción de los contenidos formativos, tales como justificación, objetivos, admisión de estudiantes, contenidos, planificación, recursos, resultados previstos y sistema de garantía de calidad.

- Se proponen los créditos europeos (ECTS) como unidad de medida que refleja los resultados del aprendizaje y volumen de trabajo realizado por el estudiante para alcanzar los objetivos establecidos en el plan de estudios.
- En el supuesto de títulos que habiliten para el acceso o ejercicio de actividades profesionales, el Gobierno establecerá las condiciones a las que deberán adecuarse los planes de estudios para garantizar que los títulos acreditan la posesión de las competencias y conocimientos adecuados para dicho ejercicio profesional.
- Se garantizan los derechos académicos adquiridos por los estudiantes y los titulados conforme a sistemas educativos anteriores.
- Se potencia la apertura hacia los estudiantes procedentes de otros países del Espacio Europeo de Educación Superior y de otras áreas geográficas.
- Se fomenta la movilidad de los estudiantes, tanto dentro de Europa, como con otras partes del mundo, y sobre todo la movilidad entre las distintas universidades españolas y dentro de una misma universidad mediante un sistema de reconocimiento y acumulación de créditos, en el que los créditos cursados en otra universidad serán reconocidos e incorporados al expediente del estudiante.
- Se establecen vínculos adecuados entre el Espacio Europeo de Educación y el Espacio Europeo de Investigación.

Las universidades españolas establecerán su propio calendario de adaptación según los compromisos adquiridos por España en la Declaración de Bolonia, en virtud de los cuales en el año 2010 todas las enseñanzas deberán estar adaptadas a la nueva estructura.

Son muchas las medidas que este proceso contempla para determinar cuales son los ámbitos de investigación y docencia de los centros de enseñanza superior en las Bellas Artes –y más concretamente de escultura- así como las competencias a desarrollar para formar a los futuros artistas, y ya parecen enfrentarse a las viejas premisas estéticas del arte y el valor de éste, pero su adecuación será determinante en el futuro papel que representen. No sólo deben quedarse en la adopción de créditos europeos o en la adecuación de denominaciones para aproximarlas al marco del espacio europeo común de enseñanza superior. Constituye una oportunidad única para adaptar la enseñanza de la escultura a las circunstancias sociales y culturales en las que hoy vivimos, a las prácticas artísticas que se están realizando internacionalmente y, sobretodo, para la renovación de los contenidos y metodologías a impartir.

Esta renovación debería incidir especialmente sobre la adecuación de las técnicas y procesos que se imparten en la educación superior de las Bellas Artes –y concretamente de la escultura- a la complejidad de la creación artística actual, así como hacía orientaciones profesionales más acordes a las demandas de la sociedad actual. Ya que la rápida evolución de las prácticas visuales no se ha visto suficientemente reflejada en las metodologías de la enseñanza superior oficial.



## 5. Quinta parte: Nuevo planteamiento: La virtualidad como espacio de la escultura

Tal vez el pensamiento humano más antiguo es el suscitado por la observación del espacio que nos rodea y, como consecuencia de ello, por la explicación de los fenómenos observados y las relaciones existentes entre los diferentes objetos.

El espacio sustenta la visión y, por lo tanto, la representación del mundo. Tradicionalmente, se ha considerado que el arte estático representaba el **paradigma** de perdurabilidad, y que las costumbres o creencias del pasado permanecían en el presente a través de esa continuidad. La separación que tradicionalmente se asignaba al espacio y tiempo también estaba presente en el arte. Pero actualmente, ese paradigma de permanencia y perdurabilidad ya no tiene el arraigo que antes tenía. En la sociedad actual, una sociedad en cambio permanente, nada resulta inamovible o imperturbable. Una realidad que está en constante cambio y, por lo tanto, una sociedad en permanente evolución. Existe una relación muy estrecha entre la concepción del espacio y el tiempo que tiene el ser humano y el arte que realiza. La visión del espacio y el tiempo tradicional ha evolucionado y el arte actual así lo refleja. Es importante detenernos un momento en este punto.

*“Las observaciones sobre el arte, el espacio y el juego  
recíproco de ambos no dejan de ser preguntas, por más que se  
expresen en forma de afirmaciones”<sup>47</sup>*

---

<sup>47</sup> HEIDEGGER, Martin. “El arte y el espacio”. Herder Editorial. Barcelona. 2009. (pág. 13)

Las consideraciones sobre el espacio aparecen muy pronto en el pensamiento occidental, de hecho, constituyen, junto con el tiempo, uno de los pilares centrales de cualquier planteamiento filosófico, de la posición que se ocupa en el mundo. Todas las formas artísticas expresan una relación determinada con el espacio visual. El arte expone la actitud del hombre hacia ese espacio, anexionándola a la esfera emocional. A continuación, se recopilan los descubrimientos y avances más destacados en este sentido a lo largo de la historia.

### 5.1. Concepto de Espacio

Los filósofos presocráticos advirtieron que la realidad era compleja y que se halla en continua y perpetua transformación, lo que de alguna forma ya pre-configura los modernos conceptos de espacio y tiempo.

Los pitagóricos asociaban los números al espacio y el vacío establecía una separación entre los objetos cercanos. Este vacío espacial no tiene otra utilidad más que limitar los distintos objetos, por lo tanto, representaba otra forma de materia. Este es el comienzo de la creación de un concepto abstracto acerca del espacio. Fue *Arquitas* el primero en declarar que el espacio no era sólo extensión, carente de cualquier tipo de cualidad o propiedad, sino que era un tipo de atmósfera primordial, con una tensión y presión determinada, independiente de cualquier materia y limitada por un vacío infinito. Para él, cada cuerpo ocupa un lugar y es necesario que ese espacio exista previamente para que el objeto exista. La existencia del lugar o el espacio es independiente de los objetos, éste determina el volumen de los objetos.

Luego *Demócrito*s argumentó que el espacio es infinito, lo deducía del número infinito de átomos que existen. Esta es la primera etapa del pensamiento atomista de la realidad física, donde el espacio era considerado como una extensión vacía sin ninguna influencia en el movimiento de los objetos.

Fue *Parménides* quien planteó que no hay nada vacío, que el universo es un objeto compacto, pleno, sin cambios y como un todo continuo. Es lo lleno y lo vacío. El espacio es limitado por la materia y ambos son complementarios y exclusivos. Los objetos están situados en un espacio vacío y a través del cual se mueven.

*Platón* supuso una especie de síntesis entre las doctrinas anteriores: Por un lado, existía un mundo sensible, caracterizado por una constante de transformación y, por otro, un mundo abstracto y perfecto de las Ideas, caracterizado por la eternidad y la incorruptibilidad.

*Aristóteles* no plantea una teoría del espacio como tal, sino sobre posiciones en el espacio, usa exclusivamente el término Lugar (topos). Consideraba que no es posible concebir una cosa sin ubicarla en un lugar, por lo tanto, el espacio nunca puede ser un receptáculo vacío. Las suposiciones iniciales que hace sobre él son:

1. El lugar de un objeto no es un atributo o característica del mismo, sino sólo lo que rodea al objeto mismo.
2. Ese lugar que ocupa el objeto no es mayor o menos que el objeto mismo.
3. Que el objeto puede abandonar ese lugar, por lo que son independientes uno de otro.



4. Que cualquier lugar incorpora otros a su alrededor y todos los objetos tienen una tendencia natural a moverse hacia sus propios lugares o permanecer en reposo.

Los elementos elementales (tierra, fuego, agua y aire) tienden a ubicarse en el lugar que les corresponde. Un objeto cuya composición sea principalmente tierra, tenderá a situarse lo más cerca posible del centro de la tierra -consideraba que el universo estaba formado por esferas concéntricas, en continuo movimiento. Este espacio estaba ocupado completamente por la materia y fuera de él no existía nada, ni espacio ni materia. El centro de ese universo era la tierra y que todo giraba en torno a ella-. Este campo de fuerzas está condicionado por la geometría del espacio como un todo. Todas las cosas estaban en movimiento. Pero todo está movido por algo, tiene que existir algo que origine el movimiento sin ser movido por nada, la causa final. Ésta es la justificación de la idea de la existencia de dios. Ésta teoría del espacio de *Aristóteles* y *Platón* predominó hasta el siglo XIV.

Copérnico tuvo una visión más filosófica que científica, para él el universo seguía siendo esférico, finito y limitado, constante y sujeto a un movimiento circular uniforme. Su principal contribución suponía una revolución: consistía en cambiar la Tierra por el Sol como centro del Universo. Algo tan simple, cosmológicamente significaba: Que la Tierra se movía y giraba, junto con el resto de los planetas, alrededor del Sol, que constituía el centro del Cosmos; que la Tierra dejaba de ser singular y estática. Además, afirmaba que en la Tierra podían darse tres movimientos diferentes: la rotación, la translación y un desplazamiento del eje central de rotación. Esta idea fue poco aceptada en su época, ya que se consideraba imposible que la Tierra se moviese.

El concepto de espacio y tiempo tal y como lo entendemos actualmente, tiene su origen en pensadores renacentista como *Kepler*, *Galileo* o *Bacon*, quienes abrieron camino, junto con *Descartes*, a los grandes teóricos de la materia de la Era Moderna.

*Kepler* intentó comprender las leyes del movimiento planetario durante la mayor parte de su vida. En un principio, consideraba que el movimiento de los planetas debía cumplir las leyes pitagóricas de la armonía. Siendo un firme partidario del modelo copernicano, intentó demostrar que la distancia de los planetas al Sol venían dadas por esferas en el interior de poliedros perfectos, anidadas sucesivamente unas en el interior de otras. Siendo un hombre de gran vocación religiosa, *Kepler* veía en su modelo cosmológico una celebración de la existencia, sabiduría y elegancia de Dios.

En 1602, a la vista de los datos que guardaba *Tycho Brahe* sobre los movimientos planetas (que eran mejores y más precisos que los manejados por *Copérnico*), especialmente los relativos al movimiento retrógrado de Marte, con una elíptica muy acusada -de otra forma le hubiera resultado imposible descubrir que las órbitas eran elípticas- se dio cuenta de que el movimiento de los planetas no podía ser explicado por su modelo de poliedros perfectos y armonía de esferas. *Kepler*, profundamente religioso, incapaz de aceptar que Dios no hubiera dispuesto que los planetas describieran figuras geométricas simples, se dedicó a probar con insistencia múltiples combinaciones de círculos. Cuando se convenció de la imposibilidad de lograrlo con círculos, usó óvalos. Al fracasar de nuevo, empleó elipses. Con ellas desentrañó sus famosas tres leyes que describen el movimiento de los planetas.

1. Los planetas tienen movimientos elípticos alrededor del Sol, estando éste situado en uno de los 2 focos que contiene la elipse.

2. Las áreas barridas por los radios de los planetas, son proporcionales al tiempo empleado por estos en recorrer el perímetro de dichas áreas.
3. El cuadrado de los períodos de la orbita de los planetas es proporcional al cubo de la distancia promedio al Sol (Ley armónica).

*Galileo* concibe la materia como algo homogéneo, compuesto de átomos. Los objetos se diferencian por el orden y movimiento de sus partículas, no por sus esencias. Los cambios son cuantitativos y locales; de ellos se derivan los cambios cualitativos. No sabemos si existe la causa final, por lo que la ciencia no debe estudiarla. Las leyes del universo son constantes. Estas leyes son expresables matemáticamente porque se refieren siempre a aspectos cuantitativos, 'cómo' suceden las cosas, no el 'porqué' de ellas. El punto de partida siempre es la observación del fenómeno para delimitar el campo de la investigación.

Mediante el telescopio comprobó las imperfecciones de los astros, como el descubrimiento de satélites o planetas menores que giraban alrededor de algunos planetas, lo cual constituía otra prueba que indicaba que la Tierra no era el centro del universo y que el resto de planetas giraban en torno a ella. También observó las irregularidades en la superficie de la luna cómo montañas y valles o las manchas del Sol.

*Newton* estableció la ciencia moderna de la dinámica mediante las leyes del movimiento, aplicándolas a las conclusiones de *Kepler* sobre el movimiento orbital, y así dedujo la ley de la gravitación universal, que muestra cómo a todos los cuerpos del espacio se ven afectados por una fuerza llamada gravedad. Formulaba que todo cuerpo atrae a otros cuerpos con una fuerza proporcional a la masa de cada uno de ellos. Así la fuerza entre dos cuerpos se duplicara si, uno de ellos dobla su masa.

Esta ley también sostiene que cuanto más separados estén unos cuerpos menor será la fuerza gravitacional entre ellos.

*Newton* explicó el movimiento de los planetas en torno al Sol, asumiendo la hipótesis de una fuerza dirigida al Sol que produce una aceleración que obliga a la velocidad de los planetas a cambiar de dirección constantemente. La Tierra ejerce una atracción sobre los objetos que están sobre su superficie, sobre la luna misma, y sobre cualquier cuerpo en su cercanía. Además, el Sol atrae a la Tierra y a todos los demás planetas, las estrellas se atraen entre sí, las galaxias también, y así toda la materia en el Universo. Para *Newton* el espacio y el tiempo eran absolutos, es decir, fijos. Y ambos eran totalmente independientes.

*Newton* también descubrió que la fuerza de gravedad obedece una ley muy sencilla. La fuerza gravitacional entre dos cuerpos es directamente proporcional a las masas de los cuerpos e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.

Las orbitas de los planetas se mantienen en torno al Sol, en órbitas estables, por el equilibrio de dos fuerzas: la atracción gravitacional de ese planeta y la fuerza centrífuga debida al movimiento circular. La fuerza centrífuga no se debe a una interacción de la materia, sino a la tendencia que tienen los cuerpos a mantener su movimiento en línea recta. Pero... ¿qué produce la gravedad? Toda transmisión implica un medio: el sonido por el aire, la electricidad por conductores, etc. ¿Cómo se transmite esa fuerza, ese movimiento?

*Newton* no tuvo respuestas a esas preguntas. Propuso, como una solución de compromiso, que el espacio estaba lleno de una sustancia invisible, el éter, que rodea todos los cuerpos y transmitía la fuerza de la gravedad de algún modo que desconocía.

En esta teoría, aún permanecen ideas aristotélicas respecto al estado preferente de reposo, en la que se considera el movimiento como un proceso de cambio que tiende al reposo. Según esta idea si todo movimiento es cambio y afecta siempre al cuerpo que se mueve, si este cuerpo está afectado por dos movimientos, estos se entorpecerían y obstaculizarían mutuamente. *Newton* creyó que la tierra estaba en reposo. El movimiento es solo un estado en el que un cuerpo puede encontrarse y es indiferente a su estado de movimiento o de reposo. Además, puesto que somos indiferentes al movimiento podemos estar moviéndonos rápidamente sin percibirlo.

Para *Newton* resultaba un problema por la falta de una posición absoluta o un espacio absoluto. Se necesitaba una nueva teoría física que sustituyera a la mecánica de *Newton* con los nuevos planteamientos que surgían en torno al universo. Ésta no aparece hasta *A. Einstein* con la teoría de la gravitación, conocida como "*Teoría de la relatividad general*".

Antes de publicarla, la mayor parte de las personas consideraban el espacio y el tiempo tal y como *Newton* lo había descrito en el siglo XVII, es decir, estático, un escenario inmutable separado de el tiempo. Las hipótesis fundamentales en las que se basaba la estructura teórica de la física estaban formadas por hipótesis filosóficas sobre el papel que desempeñaba el ser humano en la comprensión del mundo o las concepciones sobre el espacio, el tiempo y la materia. Éstas son:

- La existencia objetiva del universo.
- Su cognoscibilidad, es decir, el hecho de poder ser comprendido.
- El espacio, el tiempo y la materia existen de forma independiente.
- La periodicidad de ciertos fenómenos de la naturaleza.

La materia, el tiempo y el espacio tienen existencia por sí mismos, independientemente de si existen seres para observarlos o no. El hecho de que ciertos fenómenos se repitan en función de unas condiciones y circunstancias determinadas nos lleva al principio de causalidad o determinismo, es decir, a las leyes de la naturaleza.

Si el espacio es homogéneo (geometría euclidiana), las leyes de la física son las mismas y se cumplirán de la misma forma en cualquier parte del universo. Este espacio físico tridimensional de *Newton*, se le considera isótropo, es decir, que presenta las mismas propiedades independientemente de la dirección en la que se midan. Por lo tanto, si cambiamos la orientación de los ejes de coordenadas que nos sirven para situar un objeto en el espacio, el objeto mantiene las mismas condiciones y características espacio-temporales. Sobre las hipótesis de la homogeneidad del espacio y el tiempo y sobre la isotropía del espacio se basaron todos los desarrollos de la física y la ingeniería.

Para *Einstein* el espacio y el tiempo no son conceptos independientes, están estrechamente vinculados. No existe el uno sin el otro. El tiempo y las tres dimensiones del espacio (longitud, altura y profundidad), que constituyen las cuatro dimensiones que forman el espacio-tiempo, son relativas, es decir, dependen del punto de vista del observador. Por ejemplo, una medición de tiempo mediante un reloj realizada en el último piso de un edificio es diferente al valor obtenido por el mismo reloj en la planta baja.

Como consecuencia de esto se deduce que el campo gravitacional se ve afectado por intervalos de tiempo. Como el tiempo y el espacio no pueden separarse, lo que se afirme para el uno u otro es una expresión verdadera sólo en el marco de una referencia particular. Las cuestiones relativistas se expresan en el espacio-tiempo. Vistos desde esta

perspectiva, nuestros experimentos, pensados o reales, nos llevan a concluir que el campo gravitacional, al cambiar los intervalos de tiempo, altera la geometría del espacio-tiempo.

*Einstein* demostró que el espacio es finito pero ilimitado, como si se tratara de un universo bidimensional que tuviera la forma de la superficie de una esfera: sería finito, pero no tendría límites. Este sería en principio, estático, aunque podría ser objeto de un movimiento de expansión o contracción. Esta teoría explicaba también que los efectos de la gravedad y la aceleración son indistinguibles y por lo tanto equivalentes. También explicaba que las fuerzas gravitatorias están vinculadas a la curvatura del espacio-tiempo. Mediante un modelo matemático, *Einstein* demostró que cualquier objeto flexiona el espacio-tiempo que lo rodea. Si tiene una masa relativamente grande, como una estrella, la curvatura que produce puede cambiar la trayectoria de todo lo que pase cerca, incluso de la luz.

Todo esto significa que todo objeto con masa produce o genera gravedad hacia los objetos que le rodean, generalmente cuanto más grande es la masa, más gravedad produce. Este hecho se rompe ante la presencia de un agujero negro o ante una estrella de neutrones cuyas masas son muy pequeñas sin embargo la fuerza de la gravedad es enorme.

La teoría general de la relatividad sostiene que las fuerzas gravitatorias son consecuencia de la curvatura del espacio-tiempo. Al pasar cerca de un objeto masivo, la luz describe una trayectoria curva al seguir la

curvatura del espacio-tiempo causada por la masa del objeto <sup>48</sup>. Los agujeros negros tienen una concentración de masa tal que la curvatura del espacio-tiempo a su alrededor es tan pronunciada que ni la luz puede escapar de ellos. Por lo que el espacio en sí está siendo retorcido y curvado continuamente por la energía y la materia moviéndose dentro de él. El tiempo fluye a diferentes velocidades para distintos observadores. Numerosos experimentos a lo largo del último siglo indicaban que era lo correcto.

Hoy en día, los científicos consideran que incluso la teoría de *Einstein* no ofrece una explicación completa, ya que es incompatible con la mecánica cuántica, pilar fundamental de la física moderna, que describe el curioso mundo de las partículas subatómicas. Cuando ambas teorías se combinan, las ecuaciones resultantes producen, en ocasiones, soluciones sin sentido. Esto conduce a los científicos a pensar que las teorías actuales serán reemplazadas por una única y elegante teoría que explicase todos los fenómenos físicos desde el mundo subatómico hasta el cosmos. Se la denomina *Teoría Unificada de Campos*.

El reto actual es demostrar que *Einstein* estaba equivocado o que no tuvo en cuenta todos los factores. Para ello se están creando ingeniosos experimentos para medir las predicciones de la relatividad con la mayor precisión. Uno de estos experimentos es la *Gravity Probe B* (GP-B o en español Sonda Gravedad B) de la NASA.

---

<sup>48</sup> Existe una película en este sentido sobre las diferencias entre el espacio estático de Newton y el espacio dinámico de Einstein:

<http://www.yorku.ca/bartel/AstronomyFilms/GPBfilm/>



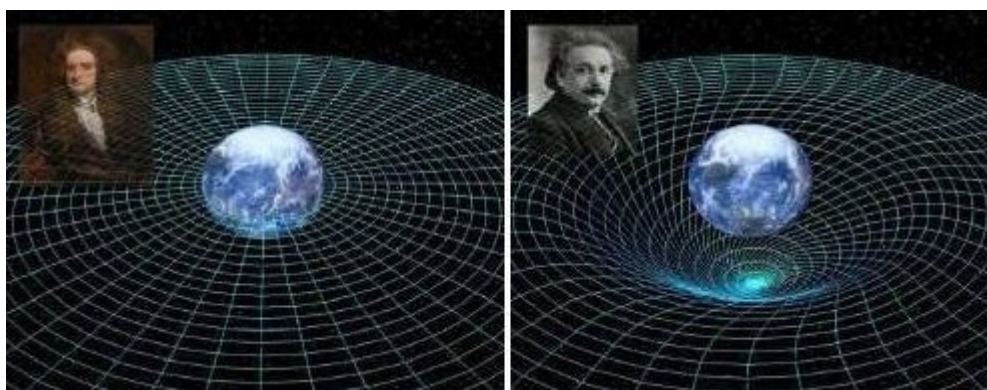


Figura 76: Concepción del espacio alrededor de la Tierra de Newton y Einstein <sup>49</sup>.

De acuerdo con *Einstein*, la Tierra provoca una curvatura en el espacio-tiempo alrededor de ella. Al girar la Tierra, provoca que esta curvatura se distorsione hasta un vórtice poco profundo. La sonda *Gravity Probe B* orbita la Tierra buscando esas distorsiones.

Para demostrar esta teoría, *Einstein* utilizó geometrías no-euclidianas, es decir, cualquier forma de geometría en la que alguna de sus propiedades o postulados difieran de los establecidos por *Euclides* <sup>50</sup>. A la

---

<sup>49</sup> Imagen tomada de: [http://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2005/28mar\\_gamma/](http://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2005/28mar_gamma/)

<sup>50</sup> Euclides (ca. 325 – ca. 265 a.c.) matemático y geometra griego. Su obra “Los elementos” es considerada una de las obras científicas más conocidas e influyentes de la historia. A él se le debe, por ejemplo, el famoso teorema de Pitágoras. La geometría de Euclides se ha utilizado en muchos campos del conocimiento (física, astronomía, química, ingeniería, matemáticas, etc.). Según la geometría de Euclides, un punto no tiene tamaño, tiene una dimensión nula o igual a cero. Una línea tiene exclusivamente longitud, por lo que tiene una dimensión igual a uno. Una superficie no tiene ni espesor ni altura, por lo que tiene sólo dos dimensiones: anchura y longitud. Un cuerpo sólido, como un cubo, tiene tres dimensiones: anchura, longitud y altura.

que, generalmente, se le considera un espacio plano. Pero existen otras geometrías, denominadas no euclidianas, para las que el espacio no tiene porque ser plano y uniforme, sino que pueden darse otras posibles geometrías espaciales tridimensionales como la curva o la esférica. Toda la explicación teórica de Einstein sobre la curvatura del binomio espacio-tiempo no pudo demostrarse hasta 1919, cuando se observó en un eclipse de sol, que la luz proveniente de estrellas lejanas se desviaba al pasar cerca del sol.

Quedó demostrado entonces que el espacio, el tiempo y la materia no tenían una existencia independiente unos de otros, sino que se entrelazaban para formar la realidad que conocemos y percibimos.

---

Euclides presenta su geometría de forma axiomática, es decir, mediante cierto número de postulados que se consideran verdaderos (denominados axiomas) y mediante deducciones lógicas que generan nuevos postulados considerados igualmente verdaderos. Euclides planteó cinco postulados en su sistema:

1. Dados dos puntos se puede trazar una y sólo una recta que los une.
2. Cualquier segmento puede prolongarse de forma continua en cualquier sentido.
3. Se puede trazar una circunferencia con centro en cualquier punto y de cualquier radio.
4. Todos los ángulos rectos son iguales.
5. Por un punto exterior a una recta, se puede trazar una única paralela a la recta dada.

Este último postulado es el menos obvio de todos, y se intentó deducir de los anteriores. Cuando se intentó reducirlo al absurdo, negándolo, surgieron nuevas geometrías: la elíptica (o de Riemann: dada una recta y un punto exterior a ella, no existe ninguna recta que pase por el punto y sea paralela a la recta dada), la hiperbólica (o de Lobachevsky: existen varias rectas paralelas que pasen por un punto exterior a una dada). La concepción del espacio euclidiano se le considera generalmente como plano. Información tomada de:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Geometr%C3%ADa\\_euclidiana](http://es.wikipedia.org/wiki/Geometr%C3%ADa_euclidiana)

---

## 5.2. Concepto de Tiempo

El tiempo, en su concepción científica, es la magnitud física que permite medir la duración o separación de los sucesos, permitiendo ordenarlos en secuencias, originando el principio de causalidad. Pero la concepción del tiempo, al igual que la del espacio, no sólo tiene una dimensión física y objetiva, también tienen una dimensión subjetiva –que es la que más nos interesa- y que ha ido variando a lo largo de la Historia y las diferentes culturas. Se ha interpretado de diversas formas, estando en constante evolución e involución. Vamos a realizar un rápido repaso de estas interpretaciones al igual que se hizo anteriormente con el concepto de espacio:

En las culturas tradiciones más antiguas sólo existía un tiempo cíclico, marcado por algunos ritos religiosos periódicos relacionados con los tiempos de las cosechas, los solsticios, los movimientos de ciertos astros significativos –el sol, la luna, etc.- o por celebraciones que emulaban el origen de su cultura o la creación del mundo.

*“Para el hombre religioso el espacio no es homogéneo; presenta roturas, escisiones: hay porciones del espacio cualitativamente diferentes de otras.”<sup>51</sup>*

---

<sup>51</sup> ELIADE, Mircea. *“Lo sagrado y lo profano”*. Ed. Labor. Barcelona. 1985. (pág. 25)

Para la mentalidad religiosa todo fluye, todo está en constante movimiento, nada se detiene, todo se mueve siguiendo un plan pre-establecido. El ser humano, como parte integrante de ese plan, de ese universo, no puede sustraerse a ese movimiento. Independientemente de la cultura o religión en la que nos fijemos, esta visión es compartida por muchas de ellas, desde los egipcios a los griegos, pero también se halla en culturas orientales como la hindú.

En la trasmigración del alma, en la reencarnación, en la metempsicosis –pese a sus diferencias- el ser humano sigue sometido a las leyes naturales, es decir, sometido a los cambios cíclicos o rítmicos tal como sucede en la naturaleza. En cada una de esas fases, ese ser comprende parte de su verdad. Esta reencarnación se entiende como una necesidad, en la que al ser humano se le pone a prueba a lo largo de innumerables vidas y diversas circunstancias, hasta evolucionar hacia ese estado que se considera idóneo.

En esa evolución, a través de esas sucesivas vidas, hay algo que permanece, que no cambia, que constituye la esencia interior, el verdadero ser, el alma, el principio vital, conectado con el ser creador y libre de la fugacidad del tiempo, eterno y atemporal. Por lo tanto, lo cambiante, lo transitorio, está sometido al paso del tiempo, al desgaste, a lo perecedero. En el transcurso de cada vida, las acciones realizadas – el karma- determinan el próximo ciclo. Así eternamente hasta completar ese estado de ser ideal. A este concepto podemos anexionarle multitud de ideas filosóficas y creencias de diversa índole, desde el mundo de las ideas de Platón al Samsara –o ciclo de nacimiento y muerte- de las tradiciones filosóficas hinduista, budista o jainista.

Para *Platón*, el tiempo era una representación móvil de lo eterno, no lo concebía como una dimensión estática y objetiva. El ser, la esencia, pertenece al mundo de las ideas, en tanto que nosotros, el cuerpo, tan sólo captamos las apariencias de las cosas, su existencia en el mundo

sensible. El espíritu precisa del cuerpo para manifestarse y está en contacto con la esencia de los objetos y los seres, pero la «apariencia» de los mismos se relaciona con lo temporal, lo finito, con el tiempo. En el mundo de las esencias, de las Ideas, de lo inteligible, sólo puede captarse con la inteligencia -no mera razón- y en él nada es cambiante, no está sujeto al paso del tiempo, todo es eterno.

Para *Aristóteles* el tiempo está unido a la existencia de los cuerpos, y el movimiento de los mismos define el tiempo. Sin cuerpos en movimiento no habría tiempo, pues sólo mediante el movimiento es posible comprender el paso sucesivo de un estado a otro, del pasado al presente, y de éste al futuro. Esta concepción no resuelve el problema del tiempo. El tiempo es medible, cuantificable, pero también necesita de un sujeto que lo capte, lo cuantifique y lo mida, por lo que no puede identificarlo como algo existente. Da la razón a Platón al tener que aceptar que el tiempo es algo fijo, numérico y sensible pues tiene que ser captado por un ser.

*Cicerón -tempus fugit-* afirmaba que cada momento era único, y el tiempo de cada individuo se unía con un tiempo histórico o colectivo. Su concepción del tiempo era pragmática e histórica, creía que el ser humano tenía un destino concreto que descubrir y realizar para poder llegar a «ser», y si no lo alcanza estaba desperdiciado su tiempo, su posibilidad histórica de plasmarse y dejar huella en el porvenir. Ésta visión colectiva del mundo y del compromiso histórico que llevó a la cultura romana a unificar culturas, religiones e idiomas bajo un ideal común.

La doctrina cristiana se apoyó en la concepción aristotélica del tiempo lineal, sin ciclo ninguno, unido al movimiento. Al final de ese movimiento, al final de los tiempos, acontecerá el regreso del Mesías y el juicio final. Los seres viven una existencia terrena, finita, con la esperanza de alcanzar algún día la eternidad que su dios les promete si tienen fe. Este tiempo, ese compás de espera, se llena de ritos, oraciones y festividades (en realidad, mantiene la misma idea apuntada por *M. Eliade* sobre los ritmos cíclicos anuales) con lo que ese tiempo lineal teórico se vio transformado, en la práctica, en un tiempo cíclico repetido eternamente tal y como lo concebían las antiguas religiones.

A partir del s. XV, tras la construcción del reloj mecánico y los avances científicos propiciados por la mecánica clásica de *Galileo* y *Newton*, la concepción subjetiva del tiempo desaparece al ser concebido como un valor matemático, absoluto y medible experimentalmente, que no precisa relacionarse con el movimiento para ser percibida, y que existe desde el origen de los tiempos hasta la eternidad, como algo ilimitado y constante que no puede pararse.

*Kant* afirma que el tiempo no tenía existencia fuera de nuestra mente, nosotros somos los que ordenamos nuestras percepciones del espacio y de los objetos según una sucesión temporal propia y subjetiva, que ya existía a priori en nosotros, y que no comprendemos por experimentos o por la experiencia, sino que es una intuición pura previa a la sensibilidad que capta el entorno. Del mismo modo que comprendemos lo que está arriba o abajo, relacionamos los acontecimientos en un antes y un después de modo natural.

Filósofos como *Hegel*, *Ortega* y *Gasset*, *Spengler*, *Toynbee*, *Dilthey*, etc. comienzan a relacionar el tiempo individual con el tiempo colectivo, siguiendo la línea trazada por *Cicerón*. Así, el tiempo se une a la concepción de la historia, enfatizando el carácter histórico y colectivo del

ser humano que no puede vivir de espaldas a su época. La conciencia histórica constituye una necesidad, pues se ve en la Historia las huellas que ha ido dejando la humanidad en el tiempo, las huellas de un camino hacía su propia realización, plagada de altibajos, de logros y retrocesos.

Actualmente, como resultado de ese mundo frío y mecánico resultante tras la muerte de los antiguos dioses, el tiempo no es algo fijo y preexistente, sino algo que es concebido por el ser humano precisamente por el propio carácter temporal de la existencia, por su propia finitud, por su fugacidad. Esta concepción del tiempo pasa por posturas como la de *Heidegger*, en la que el tiempo para el hombre es limitado, es un ser temporal. Bergson planteó la idea de la subjetividad del tiempo. Refiriéndose a la diferencia existente entre el tiempo que podíamos medir mediante relojes –magnitud cuantitativa, uniforme, objetiva y continua- y el tiempo al que cada ser daba valor verdadero, el que conforma nuestra propia existencia. Éste último sólo es percibido por la intuición, por lo tanto no es estático y determinado sino dinámico, cualitativo más que cuantitativo.

Volvemos a encontrarnos con *Einstein* y su *teoría de la relatividad*. El tiempo ya no es una magnitud absoluta sino relativa que varía en función de quién observe y bajo qué circunstancias. No sólo se trata de la variabilidad y la subjetividad de la percepción que tenemos de un acontecimiento sino que, como magnitud física, el tiempo también es variable en función del sujeto que la experimenta, de la relación con la masa de los objetos, de la posición estática o en movimiento de quien lo mida, de su posición cercana o no a una masa gravitatoria, etc.

En cada una de estas variables, los relojes marcarán pequeños desfases verificables, aún sean pequeñas fracciones de segundo. Está demostrado que el tiempo transcurre más lentamente cerca de una gran masa gravitatoria. Por ejemplo, los relojes situados en la planta baja de

un rascacielos van más lentos que los situados en las últimas plantas. También se ralentiza el tiempo medido a velocidades próximas a las de la luz. Abriéndose nuevas perspectivas, concibiendo el mundo de forma más holística, asumiendo que el sistema completo es mucho más que la suma de sus partes, concepción que aproximaba la ciencia a las humanidades.

En realidad, por extraño que inicialmente parezca, el tiempo no existe, es una construcción del ser humano, elaborada con la finalidad de ordenar nuestra realidad. El tiempo podría concebirse de dos formas:

- Estático o cíclico: Ligada a las tradiciones religiosas más antiguas, en las que se concibe el tiempo como una totalidad, con una concepción de eterno retorno.
- Dinámico o lineal: Donde el tiempo no retorna, es lineal, con un principio y un fin.

La concepción del tiempo, siempre ha estado ligada a la visión e interpretación del mundo, a la mística, como ya hemos visto. A medida que ésta fue evolucionando, también fue cambiando la concepción del tiempo.

Tal y como apuntaba *Eliade*, el tiempo cíclico, asociado a momentos místicos y ritos repetidos periódicamente, distingue el tiempo profano y el sagrado. El ser humano creyente, por medio de esos ritos se renueva cíclicamente, renace, como renacen las cosechas, tal y como se suceden las estaciones. El transcurso del tiempo tiene una finalidad, un porque, un significado, un orden. La comunidad a la que se pertenece constituye el grupo elegido por la deidad, el centro del mundo, donde todo tiene un porque y permanece ordenado frente a la oscuridad y caos de la que emergió.



Con la racionalización del tiempo, su división en horas, minutos y segundos, esta evolución en la concepción del tiempo se ve reforzada. El tiempo no tiene una finalidad, sino una secuencia, un fin, es lineal. Pero, por otra parte, es cierto que en nuestro cerebro el tiempo no es así de lineal y cuantitativo. Hay situaciones y momentos cargados subjetivamente de significado, por lo tanto con una duración diferente, aunque el tiempo físico, medible, en el que transcurran sea el mismo que en otro momento sin esa significación subjetiva (p.e. volver a un lugar de la infancia, el lugar donde se estuvo con alguien especial, etc). Ese suceso temporal, incluso la ubicación física, espacial, donde se produce, tiene un carácter cualitativo diferente a cualquier otro momento y lugar, tiene un sentido, en el que el tiempo parece que avanza a una velocidad diferente (p.e. la sensación subjetiva del tiempo que tenemos cuando nos divertimos o nos aburrirnos, cuando realizamos una actividad que nos complace o cuando ejecutamos algo mecánicamente, etc.). Esta significación no tiene que ver necesariamente con la religiosidad del sujeto (p.e. visitar un lugar sagrado) sino que es común tanto a la persona religiosa como a la no-religiosa.

Lo mismo sucede con la concepción del espacio y en cómo lo organizamos. No tiene la misma consideración un rincón de una catedral que el de una oficina, ni nuestro sillón que el baño, aunque en ambos midan racionalmente cincuenta centímetros.

*“Hay pues, un espacio sagrado y, por consiguiente, fuerte, significativo, y hay otros espacios no consagrados y, por consiguiente, sin estructura ni consistencia, en una palabra: amorfos.”<sup>52</sup>*

En realidad, como hemos visto, que existen tantas interpretaciones del espacio y tiempo como concepciones culturales han existido. Cada sociedad ha dado una respuesta diferente a su relación con el entorno en función de su idiosincrasia y sus creencias. Y ésta ha ido cambiando a lo largo de la historia. Cada cambio de **paradigma** constituía un cambio en la visión del mundo, en su posición y relación con el entorno.

Lo objetivo y lo subjetivo no puede separarse al intentar comprender e interpretar el concepto de espacio y el de tiempo. Constituyen los ejes sobre los que se asientan todas las concepciones filosóficas de la humanidad, determinan cómo se ve el mundo, como se interpreta (Historia) y cómo se representa (Arte). De ahí la importancia que tienen para nosotros, tanto las interpretaciones que se han ido dando como su evolución futura.

---

<sup>52</sup> ELIADE, *op.cit.* (pág. 25).

### 5.3. La transformación del espacio físico

Como hemos visto anteriormente, el espacio siempre ha constituido uno de los campos de estudio e investigación de diferentes ramas del conocimiento, desde la física, la historia, las matemáticas, la arquitectura, la psicología, el arte, la filosofía, etc. ya que interviene en todos los ámbitos de la actividad humana (tanto física como intelectual). La **digitalización** o virtualización que vivimos en las últimas décadas está provocando un cambio -continuo y aún no finalizado- en la concepción que tenemos del espacio.

A medida que la tecnología avanza, el ámbito al que estas herramientas pueden llegar es más extenso, siendo los equipos electrónicos más pequeños. Los sectores profesionales y las actividades productivas van cambiando, convirtiéndose en más digitales, demandando menos personal y menor espacio físico, tamaños más pequeños. La percepción del espacio y su relación con el tiempo se ven modificados, alterados, ya que es posible percibir la realidad física y la virtual simultáneamente y sin necesidad de experiencia física. Este espacio **virtual** puede incluso afectar y modificar el espacio físico y la actividad humana, convirtiéndose al mismo tiempo en una ayuda como en un problema.

En realidad, cada progreso, cada avance técnico, científico o cognitivo trae consigo un proceso de revitalización de las posibilidades creativas y expresivas. Más aún si lo relacionamos con el tiempo, donde las fronteras entre uno y otro se vuelven más exiguas, ya que la generación de espacios y la percepción de los mismos puede ser simultánea y sin necesidad de espacio físico, es decir, la creación de espacios paralelos diferentes del físico y tangible.

*“La imaginación puede prescindir totalmente del campo de las coordenadas reales y acceder a otros planos de la realidad”<sup>53</sup>*

Extendiéndose paulatinamente hacía todas las actividades humanas. Esto provoca cambios en los hábitos, en las costumbres, en las conductas, así como la adquisición de nuevas destrezas y la ampliación del universo sobre el que se actúa. Pero la transformación del espacio físico trae conlleva otros cambios:

- Cambio de paradigma: Se habla mucho de las consecuencias culturales y sociales de este proceso de [digitalización](#). Constituye uno de los hitos culturales de nuestra historia más reciente (comparable a la revolución que supuso la invención de la imprenta, ya comentada en estas páginas) y cuyas consecuencias sociales, culturales, psicológicas las estamos viviendo actualmente.

Esta [digitalización](#), con el acceso a toda la información que personas y entidades están volcando en el [ciberespacio](#), y la participación en las diferentes [redes sociales](#) (Myspace, [Facebook](#), [Youtube](#), [Picasa](#), [blogs](#), [wikis](#), etc.) supone una nueva forma de expresión personal y encuentro de intereses comunes.

---

<sup>53</sup> ALBRECHT, Hans Joaquim. “Escultura en el siglo XX. Conciencia del espacio y configuración artística”. Ed. Blume, Barcelona. 1981. (pág. 152)

- Virtualización del mundo: En este momento, cada persona constituye un emisor, un autor en potencia. Cualquier tipo de información (sea texto, imagen, sonido, video, etc.) puede convertirse en información susceptible de transmitirse. Pero ésta no sólo constituye una serie de datos o información concreta, sino que también nos define, muestra nuestras aficiones, opiniones y pensamientos, nuestra posición frente a algo, nos expone. Todo es susceptible de digitalizarse, desde un pensamiento a las calles de una ciudad, la distribución de las casas, el interior de nuestro cuerpo o pensamientos. La distinción entre lo virtual y lo real es más exigua, incluso puede llegar a confundirse. Por ejemplo, esa expresión tan utilizada hoy en día que dice: "si no apareces en [Google](#) es que no existes..."

Pero no debemos olvidar que más que una revolución tecnológica (que ha sido importante para llegar a desarrollar estas herramientas) constituye un cambio de pensamiento, de estructura mental. La [digitalización](#) y no es sólo una moda pasajera, intangible y desmaterializada, virtual, sino que constituye un fenómeno ya arraigado en las personas, en el espacio urbano y social. Es un fenómeno social que une el espacio virtual al físico, diluyendo sus fronteras y expandiendo nuestra realidad.

#### 5.4. Espacio físico y Espacio virtual

Cuando se definió lo virtual en la primera parte de este trabajo, se decía que lo **virtual** representaba aquello que era posible, aunque no tuviera una existencia tangible. Donde residía el valor que dábamos a las cosas; la interiorización del entorno, su subjetivización, su interpretación y su sentido. Y esta capacidad la hemos poseído desde siempre, aunque no la denominásemos así o no fuésemos conscientes de ella. Ya que, como vimos, está estrechamente vinculada a la conciencia y la existencia.

La sociedad actual se ha construido en base a esa virtualización, aunque actualmente su aceleración sea exponencial gracias al empleo de la actual tecnología que nos permite explotar al máximo nuestras posibilidades técnicas y creativas.

Uno de los cambios más importantes en este sentido es el referido a dónde se concentra la atención. Antes de este proceso de virtualización, el interés fundamental estaba en los resultados, pero ahora se centra en los procesos. Los medios predominan sobre los fines, y se transforman en fines en sí mismos. Se da más relevancia a las acciones y los hechos que a las cosas en sí mismas.

En las páginas anteriores se expuso la complejidad al intentar definir lo que era el espacio. No desde una perspectiva estrictamente científica, sino un concepto de espacio que englobase todas sus manifestaciones. Vimos como tanto su ámbito de actuación, como su significación, había ido cambiando a lo largo de la historia y las distintas posiciones filosóficas que en cada época imperaban. La dificultad también resulta exponencial al tratar de definir qué es el espacio virtual.

Si pudiéramos resumir en una sola frase o concepto todas las concepciones que se han dado del espacio a lo largo de la historia, y que fuese válido para todas ellas, sin duda este sería su carácter mental, es decir, cualquier concepción del espacio lo sitúa dentro de nuestra mente. Curiosamente, es también la mente la base donde reside nuestra capacidad para interiorizar, interpretar y dar utilidad a las cosas: la virtualidad. Toda presentación es la representación de una imagen mental, una imagen virtual construida en nuestro cerebro. La capacidad para desvirtualizar una idea e ir plasmándola en un trozo de materia es propia de los artistas.

Pasar del 'concepto a la materia'. De lo intangible a lo tangible. Reconocemos al instante en ese proceso el trabajo de cualquier artista, arquitecto o escultor. La idea, los dibujos preparatorios, la maqueta, la obra. El proceso artístico es el ejemplo más evidente de proceso virtual, de vinculación entre el mundo intangible y el material.

Antes, todo objeto creado había tenido una existencia virtual hasta que esa idea se plasmaba en un soporte (papel, boceto, etc.) para poder transmitirla o los demás. Ahora esas ideas pueden mantenerse en ese espacio virtual y no llegan a traspasar el velo de la materialidad, porque pueden ser transmitidas y compartidas incluso más rápidamente. Hasta el punto de poder crear objetos que no existan en la realidad física, o que sus formas resultasen imposibles de representar materialmente. La **realidad virtual** no usurpa el espacio de la realidad física, sino que constituye como tal una realidad por sí misma.

Y constituye una realidad tan firme y evidente, tan flexible y rápida, que incluso los sectores más tradicionalmente conservadores han tenido que adaptarse a él. Grandes compañías productoras de bienes de consumo, reacias a modas y a cambios que pueda alterar el status quo que les permite conservar su hegemonía, han adecuado sus estructuras y sus

canales de distribución y venta a esta nueva realidad virtual. Las empresas distribuidoras de música han visto como las ventas de los soportes tradicionales (Cds, vinilos, cadenas Hi-Fi, etc.) han ido decayendo ante el empuje de los nuevos formatos (mp3, mpg, ipod), adaptándose a ellos con el fin de no desaparecer. Lo mismo sucede con sectores tan herméticos como la banca, con las compras mediante tarjetas de crédito o las oficinas virtuales. Dentro de poco asistiremos a cambios similares en otro de los sectores más inmovilistas: las imprentas y las editoriales.

Todo esto refleja una tendencia, una evolución paulatina que se inició en el momento en el que el ser humano empezó a comprender, interpretar y dominar su entorno inmediato. En aquel momento, denominémosla "situación 1", la sociedad estaba principalmente determinada por la naturaleza, por el entorno físico y tangible. Era un entorno de supervivencia, donde el ser humano, se adaptaba a ese entorno lo mejor que sabía, pero poco a poco iba incorporando algunas soluciones, que cuando resultaban ingeniosas suponían un gran avance en esa adaptación al entorno, resultando ésta más cómoda y fácil. Las únicas interacciones que entonces existían con el entorno virtual consistían en la propia interpretación que los seres humanos hacían de su entorno y el sentido que les daban. Tras identificar una función o acción de la naturaleza que se consideraba útil, se trataba de replicar mediante ciertas técnicas o herramientas.

Ya hablamos en el primer capítulo que el valor que dábamos a las cosas no estaba únicamente determinado por su forma o estructura, sino que tenía más que ver con sus propiedades en una situación determinada, es decir, a una capacidad intangible en la que intervenían complejos procesos intelectuales. Las materias primas son valores materiales, pero el uso que les damos y el valor que tienen para nosotros esos usos son intangibles. En esa "situación 1" el espacio en el que el hombre



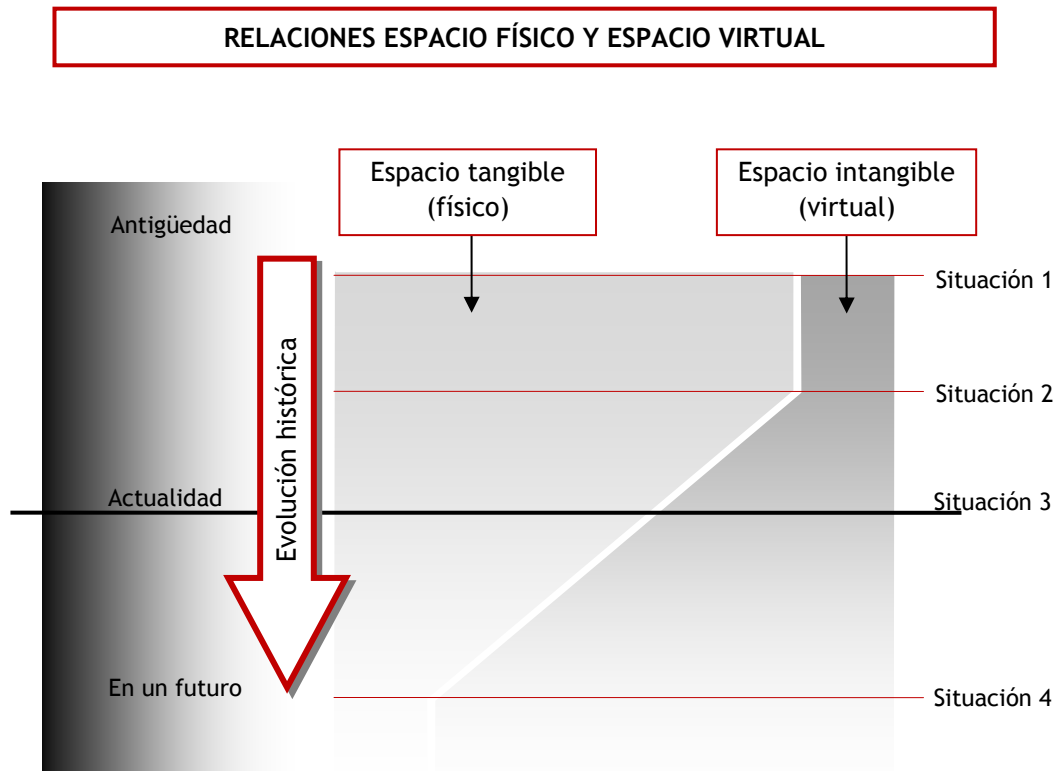
interactuaba era predominantemente físico, tangible. Según avanzaba la historia, se iban descubriendo y fabricando elementos que ayudaban al ser humano en esa adaptación, que le permitían adquirir más información, percibir o interpretar mejor los fenómenos que le intrigaban.

Así se irían sucediendo los acontecimientos hasta que, en un momento dado, llegó una invención o adelanto que supuso un gran cambio, una revolución científica. No sólo en relación con el entorno, sino que supondría un cambio de mentalidad, un cambio en el modo de percibir, interpretar y representar el mundo. Un nuevo [paradigma](#). Ese nuevo paradigma supondría una relación con el espacio físico y el espacio virtual diferente. Llamaremos "situación 2" al momento en el que un cambio de paradigma supuso que el espacio virtual fuese incrementando la influencia que tenía en el ser humano.

Es evidente que a finales del s. XX, con la invención evolución de la [informática](#) y los medios de comunicación, esta curva paulatina de evolución comenzó a incrementarse hasta llegar a la situación actual. La denominaremos "situación 3", en la que el espacio virtual que utilizamos es cada vez más prominente e influyente. Constituyendo un cambio en la manera en la que nos relacionamos con el espacio físico, creando nuevas aptitudes y habilidades. Lo que devendrá en una nueva interpretación del mundo y las ideas que tenemos sobre él. Por lo tanto en un nuevo paradigma.

Denominamos "situación 4" al momento temporal, en el que el espacio virtual, intangible, tenga más preponderancia en nuestras vidas que el físico. Esto puede parecer absurdo en un primer momento, pero hay que considerar que la mayor parte de la información que se generará y transmitirá en el futuro ya no se hará de forma impresa. Y esto, dada la cantidad de información que se genera y transmite en un solo día

actualmente por medios virtuales, constituye un volumen de información y conocimiento inconmensurable.



Los [ordenadores](#) cada día son más potentes, más veloces y con mayor demanda de espacio en el [disco duro](#) para almacenar más información. También tienen un tamaño más reducido, se podría decir que requieren menos espacio físico y más espacio [virtual](#). Los modernos teléfonos móviles nos permiten estar permanentemente conectados a la red, a nuestros familiares y amigos, a la oficina. Es más, podemos saber, exclusivamente mediante un número de teléfono almacenado en nuestra lista de contactos, el lugar físico dónde se encuentra el teléfono (o la persona que lo porta) si ambos terminales disponen de [GPS](#).

Es evidente cómo el espacio virtual afecta y modela el espacio físico, extendiéndose hacia las diferentes actividades humanas, por lo tanto modificando hábitos y conductas, creando nuevas destrezas y, por lo tanto, cambiando la forma de percibir el mundo.

Estos cambios en nuestra realidad cotidiana, no se pueden catalogar como físicos. Son inmateriales, reflejos de una realidad intangible, pero trasladable a esa realidad física. Tienen cualidades ontológicas, existenciales, que van más allá de la mera revolución digital. Suponen un cambio en las estructuras de pensamiento, tanto individual como colectivo, lo que supone un fenómeno sociológico, antropológico, imposible de eludir para un artista, siempre imbuido en un espíritu sensitivo e indagador.

Toda esta información está puesta a disposición de los [usuarios](#), no tenemos que "salir" a buscarla, viene a nosotros de distintas formas, desde los [sms](#), los emails, o los novedosos sistemas de publicidad geo-contextualizada (los modernos teléfonos 3G, constantemente conectados a [internet](#) y con sistemas [GPS](#), envían información sobre la posición geográfica del teléfono. Esto permite a las empresas enviar servicios o publicidad relacionada con el lugar. P.e. restaurantes, transportes, promociones de locales o empresas cercanas, etc.). A esto se le denomina "sincronización espacio-temporal. Y todos los desarrollos de software actuales lo están vinculando.

Pero, pese a todas las supuestas ventajas que los medios virtuales ponen a nuestro alcance, no todo es posible, ni es suficiente, ni meramente deseable. Esa supuesta libertad, esa globalidad prometida

por las redes de comunicación no deja de ser eso, 'supuesta'. Internet no resulta ser un medio tan global como se pensaba inicialmente, donde las fronteras no existían. Está condicionada y dominada por la política, por los estados. No es lo mismo acceder a [internet](#) desde un país que desde otro. No sólo por la velocidad o el coste de la conexión, sino tb por factores políticos que condicionan tanto la libre expresión como el acceso a ciertas informaciones. P.e. los principales [buscadores](#) de la [red](#) tienen restringidas las búsquedas de ciertos términos o personas, o el acceso a ciertas páginas.

Toda esta nueva forma de ver el mundo, de interactuar con él, demanda de más espacios físicos para materializar esas interacciones, lo que provoca nuevas adaptaciones a esas necesidades. Como decíamos anteriormente, la aparición de una nueva tecnología trae consigo nuevas posibilidades para la creatividad y la expresividad.

### 5.5. La virtualidad como espacio de la escultura

El desarrollo de estas tecnologías [informáticas](#) ha sido muy rápido desde el último tercio del s.XX. Las primeras máquinas [informáticas](#) fueron concebidas para calcular, pero pronto evolucionaron hacia el tratamiento de imágenes y símbolos. La base sobre la que se sustenta la [computación](#) sigue siendo esa dicotomía entre 0 y 1, entre on/off. Como ya se ha comentado, las máquinas simulan nuestros procesos mentales, calcula más rápidamente y con más exactitud que nosotros, pero no puede reemplazar las funciones superiores de nuestra mente. Ejecuta metódicamente unas instrucciones traducidas a esa lógica que puede interpretar. No sienten, no piensan, ejecutan metódicamente instrucciones. Karl Popper hacía referencia a esto cuando decía que podrían resolver un problema, pero no plantearlo. En realidad, hasta

podría ponerse en entredicho su propia capacidad como sujeto comunicativo, ya que ésta viene determinada por las mismas personas que interactúan a través de ella o con ella.

Este último diálogo, que se produce entre operador y máquina, no es una comunicación completamente libre e igualitaria, como la que se establece entre dos personas, viene determinada por las características de la máquina, los periféricos que la permita recibir datos o instrucciones (teclado, ratón, etc.) o las opciones de un programa determinado. La creatividad, no es ilimitada, está determinada por las posibilidades (opciones) que el programa ofrece, por ciertas reglas que se imponen (las opciones que ofrece y las que no ofrece aunque fuesen análogas o complementarias). Pero aún así, es tan amplia la oferta de opciones puesta a disposición del usuario, que estimulan los mecanismos imaginativos subjetivos para obtener el resultado imaginado por diferentes vías u opciones.

Lo mismo sucede con las visualizaciones de las obras obtenidas mediante esos programas: tienen que tener unas características determinadas, ser visualizadas a través de un medio determinado, un formato concreto, etc. Pero a cambio, ofrecen otras ventajas que no disponían las copias analógicas (pérdida de calidad, contraste, color, detalles, etc.). Las copias generadas digitalmente pueden ser idénticas al original y distribuidas de forma masiva e inmediata, cuestiones que se asumen como evidentes cuando tratamos con ellas, pero que no lo eran así antes. Los objetivos estéticos pueden ser los mismos, sólo han cambiado las herramientas, los procedimientos para llegar a ellos.

La diferencia más importante entre la virtualidad y las técnicas anteriores viene determinada por ese carácter productivo. También son reproductivas, pero el incremento de las posibilidades para la creación constituye el gran salto hacia delante frente a los procesos anteriores. A

este aumento de posibilidades creativas se le une la perfección mecánica de la máquina para el cálculo y el procesamiento de datos.

El paso de la producción industrial, dominante hasta entonces, a la llamada economía de la información, supone mucho más que un cambio en los medios tradicionales de producción. Suponen el cambio de las estructuras jerárquicas a las redes descentralizadas, el paso del mercado local al global, etc.

Estos cambios acontecidos en la producción, la globalización de la cultura y la economía, la expansión de [internet](#), la telefonía móvil y la evolución de la [informática](#) hasta suponer un recurso privado y familiar, son tan importantes en el nacimiento del arte digital como que la generación de artistas que trabajarían con estos medios convivía con ellos desde niños, es decir, crecieron junto a los televisores, los [ordenadores](#), los videojuegos, etc. No supone un feudo marginal o un grupo de pioneros elitistas, la tecnología está al alcance de todos, de forma sencilla y con una capacidad para la producción y creación relativamente barata.

*“El volumen de información que manejamos en nuestra vida cotidiana ha crecido de forma exponencial con la llegada de las tecnologías de la información y la comunicación.”<sup>54</sup>*

---

<sup>54</sup> SELTZER, Kimbertly y BENTLEY, Tom. “La era de la creatividad. Conocimientos y habilidades para una nueva sociedad”. Aula XXI. Santillana. Madrid. 2000. (pág. 29)

A pesar de ello, esta tecnología y la virtualidad que genera, son muy útiles para muchas cosas, sobre todo, para producir elementos gráficos. Sectores como el diseño, la arquitectura, el cine, la publicidad o los videojuegos no podrían subsistir sin ellas actualmente. No todas las personas conocen que la **realidad virtual** se concibió inicialmente como simulador de vuelo, para entrenar a los futuros pilotos aéreos en un entorno óptico y envolvente.

Pero, con esos mismos fines científicos, tiene otras aplicaciones prácticas, además de las posibilidades creativas, como la exploración virtual de espacios inaccesibles para el ser humano o muy peligrosos, como fondos marinos abisales, áreas radiactivas o superficies de planetas (todos recordamos la sonda Mars Pathfinder y Mars Global Surveyor en la carrera por explorar la superficie de Marte).

**Realidad virtual** constituye un oxímoron, una paradoja lingüística. Está formada por dos conceptos contradictorios y, en principio, excluyentes, ya que suponemos que algo que es real, no puede ser virtual a la vez. Supone una contradicción, es cierto, crear y representar una realidad paralela que puede tener todas las características de la realidad física y otras intrínsecamente propias.

Podría definirse como un sistema que crea, genera y representa entornos imaginarios en tiempo real, pero que cuanto más tecnología se aplique y más dedicación, puede ofrecer unos resultados tan hiperrealistas que pueden ser confundidos fácilmente con una fotografía o película documental. Constituye una realidad falsa, ilusoria, en el sentido de no existir en la realidad física. A pesar de ello, puede representar un objeto real muy conocido con total exactitud. Entonces ¿sigue siendo ilusoria? Puede serlo, en el sentido de tratarse de una

representación perceptible sin soporte físico, es decir, real y objetivo, sin existencia, en el sentido más evidente del término. Sólo existe dentro del [ordenador](#), ontológicamente es fantástica, ilusoria, pero que constituye también una experiencia sensorial y un fenómeno cultural.

Lo más curioso de todo, es que este espacio [virtual](#), pese a la voluntad hiperrealista que se le pretende dar, no tiene porque respetar las leyes físicas elementales. Por ejemplo, los sólidos pueden ser penetrables, o que los desplazamientos puedan realizarse a velocidades increíbles, o que varios objetos ocupen la misma ubicación espacial.

Y no constituye únicamente una experiencia visual, también puede ser táctil, olfativa y auditiva, conciliando la percepción estrictamente visual, óptica, con otra más háptica. Desde el punto de vista de las artes plásticas, puede constituir la cima del ideal de la representación geométrica y la perspectiva iniciada con el Renacimiento. Pero que, al estar constituida por puntos, por píxeles, incorpora las corrientes impresionistas de finales del s.XIX.

A este espacio virtual paralelo se le une el [cibespacio](#), parecido en lo referente a no constituir un espacio físico y tangible, pero diferente en lo relativo a sus atributos. El cibespacio está constituido por las redes comunicativas inalámbricas, [internet](#), las [redes sociales](#), y todo lo que esto supone en la creación, transmisión y difusión de información. Cibespacio es un término creado por William Gibson en su novela fantástica *Neuromancer* (1984). Lo definió como «una alucinación consensuada» y «no es realmente un lugar. No es realmente un espacio. Es un espacio conceptual ». El cibespacio constituye un espacio no-euclidiano, otro territorio virtual.



El **ciberespacio** es un espacio sin extensión, lo que sin duda constituye una paradoja. Se podría definir como un espacio figurativo, por lo tanto, inmaterial, intangible. Una representación mental de un espacio icónico, que nos permite “movernos” en un territorio formado por **iconos** y gráficos que representan las diferentes interacciones que podemos realizar en ese espacio y, por extensión, al tratarse de un espacio público y compartido, con las demás personas que interactúan con él y a través de él. Como ya comentamos al hablar del espacio, constituye un concepto, una abstracción, determinada por el **paradigma** vigente en ese momento.

Pero... ¿cómo puede esto afectar al campo de la representación escultórica?

Quizás la representación más cercana que hasta ahora habíamos visto con respecto a la escultura virtual eran los hologramas 3D. El volumen se “creaba” por a través de las distintas incidencias de la luz, lo que provocaba un efecto visual en el que la forma parecía cobrar volumen tridimensional con respecto al plano que la contenía.

En su representación virtual tridimensional tampoco constituye una forma material, sigue siendo una representación visual, pero que se diferencia en el papel que desempeña el sujeto espectador. Ya no tiene que ubicarse en un lugar concreto en función de cómo incide la luz, sino que constituye el centro sobre el que gira todo el entorno ilusorio, es decir, la representación tridimensional se construye desde el punto de vista del espectador globalmente, en torno a un sujeto observador y desde todos los ángulos. Ya no existe la dicotomía entre fuera-dentro, real-ilusorio. Es posible contemplar la forma desde cualquier ángulo – incluso desde dentro de sí misma- lo que constituye una nueva visión de la representación volumétrica y una realidad por explorar artísticamente.

Este nuevo espacio virtual no es creado para ser habitado, como puede serlo el espacio físico, sino para ser experimentado, explorado, recorrido. Es decir, constituye un espacio ilusorio, transitorio y efímero, en el que el sujeto se desplaza en un escenario ideado y proyectado por alguien. Nada de lo que en él se percibe es gratuito o aleatorio, todo tiene un porque, un sentido. El trabajo que implica desarrollar e integrar cada elemento en el contexto general no permite esas alegrías. Por esta razón, al hablar de espacios virtuales o del **ciberespacio** se utiliza el término "navegar", no se habita o coloniza, no tiene forma, frontera o un límite preciso, quizás proceda de ahí la similitud marina. No está sujeta a las mismas leyes físicas (gravedad, perspectiva, solidez o velocidad) por lo que puede albergar y representar universos imaginarios, fantásticos u oníricos.

En este sentido, los roles de espectador, actor y autor tienden a diluirse ya que la escena virtual proyectada puede requerir de la interacción del espectador que, dependiendo de la acción que realice, puede desencadenar distintas respuestas del sistema, lo que le convierte en co-autor y elemento imprescindible para la narración o estructura proyectada por el autor original, ejemplo que hemos visto en muchos ejemplos expuestos en este trabajo.

Por todo lo anteriormente expuesto, los espacios virtuales pueden interpretarse como una especie de laberinto informal, disperso, cambiante, no material. Principalmente en el sentido de oposición al camino sencillo, obvio, recto. Por lo que puede resultar engañoso, turbio y complicado al neófito. Es evidente que, pese a ello, representa un gran atractivo para cualquier artista, pues proponer puntos de vista diferentes a los tradicionales, representar un viejo tema o un concepto universal de forma distinta, ha constituido, desde siempre, uno de los *leiv motiv* más perseguidos por los artistas. De hecho, una gran parte del auge que están teniendo estas nuevas tecnologías se debe al empuje de los diferentes campos artísticos actuales, como el cine, la nueva

escultura, la cinética, los videojuegos o los ecléticos ciberartistas que desarrollan sus obras fuera de las clasificaciones hasta ahora establecidas.

*“El aprendizaje de arte es complejo y está fuertemente influido por las condiciones del entorno en el que se produce. La capacidad de percibir lo cualitativamente sutil, de comprender el contexto en el que se han producido las obras de arte y de comprender la relación entre ambas, de ser capaz de utilizar habilidades muy refinadas en la creación de una forma artística visual no es un logro simple.”<sup>55</sup>*

Estamos asistiendo a una verdadera revolución cultural, no sólo tecnológica. En realidad, estas nuevas tecnologías pueden constituir una nueva respuesta a la vieja aspiración occidental de la mimesis y la fiel representación de la naturaleza. Con la diferencia sustancial que ahora esa misma tecnología nos permite crear y representar también los mundos imaginarios y oníricos, saltándonos las leyes físicas fundamentales (espacio, tiempo, gravedad, dureza, etc.) simplemente como un ejercicio de creatividad. Y por lo tanto, muy atractivas desde el punto de vista de la escultura.

*“Si una nueva tecnología extiende uno o más de nuestros sentidos fuera de nosotros en un mundo social, aparecen en esa cultura particular nuevas proporciones entre todos nuestros sentidos.”<sup>56</sup>*

---

<sup>55</sup> EISNER, Elliot W. “Educar la visión artística”. Ed. Paidós. Barcelona. 1995. (pág. 239)

<sup>56</sup> MCLUHAN, Marshall. “La galaxia Gutenberg”. Ed. Círculo de lectores. Barcelona. 1993. (pág. 71)

Creaciones que son instalaciones o esculturas con luces, sonidos y movimiento. Que no son simples construcciones cinéticas, sino que interactúan con el entorno y con los espectadores, reaccionando a ciertos estímulos, modificando -en algunos casos- su comportamiento en función de esos datos: Cuadros que son pantallas de [ordenador](#) que proyectan animaciones 3D con sutiles cambios de movimiento; instalaciones robóticas con movimientos que parecen imitar seres de la naturaleza, esculturas que se mueven solas, etc.

En los inicios de este milenio estamos asistiendo a un momento en el que arte y ciencia avanzan en paralelo. En el que la Vida Artificial, la [Realidad Virtual](#), las imágenes generadas por [ordenador](#), etc. son sólo los primeros resultados de un nuevo universo conceptual, capaz de ensanchar y emocionar al ser humano. Y entraña valores y conceptos que hasta ahora no han sido resueltos, que están aún por definir, por instaurar y universalizar.

Supone tal revolución, que hasta las capitales tradicionales del arte también se trasladan. A comienzos del siglo XXI el centro neurálgico del arte parece un tanto desubicado. Ya no hace falta patearse las calles de Montmartre o el Soho neoyorquino para sentirse entre los artistas más vanguardistas. Los centros y los nodos se han multiplicado y están por todas partes. Desde Shanghái a Berlín, desde Londres a Tokio, Barcelona, Los Ángeles o Moscú. Todos estamos aquí. Es más, el nuevo artista global pasa más tiempo buscando inspiración en la [red](#) que visitando los estudios de la competencia.

*“Cada forma de vida inventa su mundo, y con este mundo, un espacio y un tiempo específicos”<sup>57</sup>*

Cada vez que surge un nuevo medio, ciertos artistas exploran sus posibilidades para explotar sus posibilidades artísticas y ampliar su campo expresivo. Actualmente muchos artistas están utilizando el ordenador y ciertas herramientas digitales para crear parte o totalmente sus obras.

Este "arte por [computadora](#)" o arte digital, como solía llamársele antes, no es algo nuevo, ya tiene al menos 40 años. Se considera que la primera muestra artística de trabajos realizados mediante [ordenadores](#) se realizó en Londres en 1968 bajo el título "Cybernetic Serendipity". Entonces, el acceso a la tecnología era muy reducido y costoso pero, con la proliferación de las tecnologías digitales y comunicativas. Las herramientas digitales se ampliaron considerablemente. Como consecuencia de ello, la creación artística mediante estos nuevos medios fue creciendo.

---

<sup>57</sup> LÉVY, Pierre. "¿Qué es lo virtual?" Ed. Paidós. Barcelona. 1999. (pág. 16)

Definir un movimiento o corriente estética por las herramientas que utiliza no es muy acertado. Las herramientas no definen un estilo, ni el gusto de una época. Se trata únicamente de herramientas, de técnicas y de procesos para plasmar una idea en algo comunicativo, emocional y estético. Pero no sólo hablamos de herramientas, también de soportes y materiales, e incluso, del papel que desempeñará el espectador, que ya no es un sujeto pasivo, sino que se convierte en el intérprete, en el [usuario](#), o en el actor que pone en marcha el proceso que el artistas había ideado para tal fin.

No sólo hablamos de interactividad, buscando una participación más activa del público, sino también de lecturas no-lineales de la obra o de distintas manifestaciones en función de la interacción de estos.

Respecto a la representación 3D, es evidente que supone una nueva forma de pensar, de concebir, en ese sentido supone un cambio, una revolución en la manera de conceptualizar y materializar la obra. Pero incluso dentro del mundo de la animación y el dibujo 3D, parece olvidarse que éste tipo de representaciones y herramientas constituyen la misma esencia de la escultura.

Sea cual sea el proceso de modelado que se siga para realizar una animación 3D, es un proceso que sigue el método de modelado o esculpido ya conocido por cualquier escultor. No cambian las técnicas, sino las herramientas y el material. Se parte de una forma básica (como un cubo, por ejemplo) al que se cincela de manera rápida para llegar a una forma basta pero próxima a la forma final de la obra. Ese mismo proceso se sigue en el modelado 3D, la diferencia es que en lugar de un bloque de mármol, maceta y cincel se utiliza una forma cúbica digital formada por un número determinado de nodos (una malla poligonal) o puntos de intersección (estos puntos serán más o menos numerosos en función de la calidad de detalle con el que pretendamos trabajar). Estos puntos de intersección son desplazables en cualquier dirección del

espacio, podemos moverlos hacia arriba, abajo, a derecha, a izquierda, hacía dentro o hacía afuera. De manera que finalmente conseguiremos una forma que se aproxima al volumen que queremos dar a nuestra obra. Se conoce como 'modelado de volumen'. Exactamente igual al proceso tradicional, pero con la diferencia de utilizar sólo herramientas digitales y de obtener una forma tridimensional digital. Por lo tanto, el [flujo de trabajo](#) de modelado 3D imita el proceso tradicional de la escultura.

*“Las técnicas no determinan, sino que condicionan: abren un amplio abanico de nuevas posibilidades de las que los actores sociales sólo seleccionan o aprovechan un pequeño número.”*

58

Pero con ciertas diferencias: Esculpir de manera digital nos permite realizar la misma obra que la obtenida siguiendo el método tradicional, pero con la diferencia de un conjunto de herramientas mucho más versátiles que las tradicionales. De manera que podremos girar un modelo alrededor de su eje, duplicar su geometría en torno a una cara, aplastarlo o estirarlo con total impunidad, con la absoluta certeza de que cualquier cambio lo podemos deshacer. También podemos [guardar](#) el trabajo realizado en el momento que deseemos, pudiendo generar todas las variaciones que deseemos sobre el mismo volumen. Así como hacer las modificaciones que deseemos, incluso lejos de las leyes físicas, como crear figuras imposibles, anamorfosis, uniones, desequilibrios, etc. imposibles de conseguir mediante las herramientas y materiales tradicionales.

---

<sup>58</sup> LÉVY, *Op. cit.* (pág. 80)

*“Van a surgir nuevos lenguajes artísticos que necesariamente tendrán en cuenta las propiedades específicas de estas ‘nuevas imágenes’.”<sup>59</sup>*

Un planteamiento común en la escultura tradicional es observar el trabajo que se está realizando desde diferentes puntos de vista. Cuando la forma parece correcta desde cualquier ángulo, se considera conseguido. Para no perjudicar la forma desde un punto de vista mientras está trabajando en otro, se ajusta constantemente la posición para observarlo desde distintos puntos de vista. Esto mismo proceso se sigue en el modelado 3D mediante una cámara que nos permite observar el objeto desde cualquier punto de vista y poder determinar cómo afecta los cambios realizados a la forma en conjunto mientras está trabajando.

Otra de las similitudes que comparten el método tradicional y el digital es el estudio de la luz cae sobre el objeto, haciendo de las sombras una herramienta muy útil para el modelado. Las sombras pueden decir mucho respecto a cómo un objeto se representa en el espacio 3D. Por cada **píxel** que forma nuestro objeto, el **ordenador** calcula la forma en que un rayo de luz incide y rebota sobre la superficie y la influencia que crea en torno a ella.

---

<sup>59</sup> QUÉAU, Philippe. “Lo virtual. Virtudes y defectos”. Ed. Paidós. Barcelona. 1995. (pág. 37)



### 5.5.1. Virtualidad, Transversalidad y Transdisciplinaridad

La expansión de la educación superior que se ha producido en todo el mundo, ha supuesto que existan muchas personas competentes intelectualmente para realizar labores de desarrollo y de investigación en contextos y situaciones muy diferentes a las del mundo universitario. A esto hay que sumarle al dimensión internacional. Los lugares potenciales donde pueden conseguirse resultados competentes han aumentado exponencialmente. Al igual las necesidades formativas de esas personas.

*“La sensibilidad visual y la habilidad oral son claramente más valoradas que el mérito literario, en un mundo en el que las telecomunicaciones y las tecnologías de la información permiten una interacción instantánea.”<sup>60</sup>*

Debido a que todas las humanidades, especialmente las artísticas, están organizadas en torno a esa sensibilidad y habilidad, están más profundamente inmersas en esos cambios, y su influencia es mayor.

El artista habituado a trabajar con técnicas digitales no es tan sólo un escultor o un pintor, sino que desempeñan roles diferentes junto con el artístico o creativo. Es un informático al conocer cómo procesa el programa los datos que introduce; un ingeniero al estudiar cómo gestionar la intersección de dos superficies o dos materiales diferentes;

---

<sup>60</sup> MCLUHAN. *Op. cit.* (pág. 136)

o un fotógrafo al establecer un punto de luz para iluminar la forma generada.

*“Vamos a necesitar nuevos esquemas mentales y establecer conexiones para poder orientarnos en el complejo entorno que esta ingente información, en continua generación y cambio, requiere.” <sup>61</sup>*

La creciente especialización e todas las disciplinas y su complejidad actual provocan que las fronteras entre varias se difuminen. El trabajo interdisciplinar se impone. Del mismo modo, surgen nuevas relaciones, nuevos intercambios entre distintos profesionales y disciplinas. Es la interdisciplinaridad, donde con una terminología común que trasciende las distintas disciplinas, se emplea una metodología común para obtener un mismo objetivo. Se puede trabajar sobre temas diferentes, y sobre disciplinas diferentes, pero con una estructura que engloba todas las disciplinas implicadas y teniendo un objetivo común. Veamos algunas de ellas:

- La pluri/multidisciplinaridad se caracteriza por la autonomía de las diversas disciplinas, y no conduce a cambios en las estructuras disciplinares y técnicas previamente existentes. La cooperación consiste en trabajar sobre el tema común, pero bajo perspectivas disciplinares diferentes.
- La interdisciplinaridad se caracteriza por la formulación explícita de terminología uniforme, que trasciende la disciplina, o por una metodología común. La forma que adopta la cooperación consiste en trabajar sobre temas diferentes, pero dentro de una

---

<sup>61</sup> QUÉAU. *Op. cit.* (pág. 38)

estructura común que es compartida por todas las disciplinas implicadas.

- La transdisciplinaridad sólo aparece si la investigación se basa en una comprensión teórica común, y tiene que ir acompañada por una interpenetración mutua de epistemologías disciplinares.

La transdisciplinaridad tiene cuatro características principales:

1. La estructura de los equipos es peculiar y evoluciona según se avanza en el proyecto.
2. Desarrolla métodos de investigación y desarrollo no estándares, y su esfuerzo es acumulativo.
3. El resultado obtenido no refleja más que la interacción de varias disciplinas. El conocimiento adquirido por las personas que han participado se manifiesta en otros contextos, como una nueva habilidad.
4. Es dinámica, la solución a un problema puede ser el punto de partida para resolver otros y no un fin en sí mismo.

Hay que estimular la diversidad, promover la experimentación y la creatividad, facilitando el surgimiento de ambientes abiertos para la interacción y el intercambio. Quizás se necesitan modos insólitos de organización y de colaboración –nacional e internacional-.

## 5.6. Evolución de la representación tridimensional

La representación tridimensional ha sido una constante obsesión dentro de las artes visuales. Hay estudios que tratan de demostrar que ya en el Neolítico se utilizaban las protuberancias y depresiones naturales de la roca para representar el volumen. En Grecia, se tenía en cuenta el punto de vista del espectador para proporcionar templos y esculturas de forma que se percibieran de una forma determinada. En el Renacimiento, se desarrolló la perspectiva. Euclides, Aristóteles, Galeno, Leonardo, Kepler, Descartes, etc. Han estudiado a lo largo de la historia cuestiones relacionadas con cómo representar la tridimensionalidad en una superficie plana.

Todos estos procesos han culminado con la fotografía y el cine en un realismo aparente, pero que requieren un esfuerzo técnico y económico importante. Ahora, con el desarrollo de la [informática](#), es posible representar objetos de manera realista como nunca se ha podido. Sólo es una impresión visual, pero es posible representar en tres dimensiones objetos que sólo existen en la imaginación, de forma virtual.

Por ejemplo, hoy en día asistimos a la proliferación de películas cinematográficas en formatos 3D. Estrictamente hablando, no constituyen más que un efecto visual para engañar a nuestro cerebro, realmente no son representaciones tridimensionales. La técnica comienza al grabar la escena, ésta se graba con dos cámaras en lugar de una como en el proceso tradicional de grabación. Estas dos cámaras graban la misma escena, pero están desplazadas una respecto de la otra, sería algo así como ver la misma escena tapándonos el ojo derecho y luego el izquierdo. Esa pequeña variación del campo de visión es recogida por ambas cámaras y enviadas a un [ordenador](#). En el proceso físico, nuestro cerebro recibe las imágenes de ambos ojos (visión binocular) y es capaz de procesarlas. Los seres humanos tenemos visión estereoscópica, es decir, que la visión de cada ojo converge en un mismo punto, pero con un ligero desplazamiento. Esto nos permite

percibir la profundidad y calcular las distancias. De las pequeñas variaciones del punto de vista de un ojo y del otro, al unir las en el cerebro, se interpretan los volúmenes.

La primera persona que consiguió mostrar una imagen bidimensional que se percibió como tridimensional fue Charles Wheatstone en 1838, consistía en unas tarjetas especiales que tenían dos imágenes, una ligeramente desplazada respecto a la otra. El problema era que el espectador debía observarla desde un punto de vista concreto, lo que impedía ser utilizado por el gran público. Esta dificultad se resolvió con la invención de las gafas 3D. Éstas consisten en dos cristales que en realidad son dos filtros polarizadores.

En una proyección de una película 3D, en realidad, hay dos proyectores funcionando, cada uno emitiendo la misma escena un poco desplazada respecto a la otra. Si vemos esta película sin las gafas que nos proporcionan, vemos borroso, parece que la película no está enfocada. El secreto está en las gafas que nos proporcionan en la entrada de la sala: Cada lente, de cada ojo, está formada por un cristal polarizado. Cada uno de ellos permite pasar la luz polarizada de una forma diferente a la otra. Cada uno de los proyectores que antes comentábamos, emite una proyección cada uno, pero proyectadas a la vez con los [frames](#) intercalados, de manera que los filtros polarizadores de las gafas permiten pasar la luz alternativamente para que un ojo vea una película y el otro vea la otra.

Las ligeras diferencias entre ambas conforman la imagen tridimensional, pues la imagen que percibimos mediante un ojo es ligeramente diferente a la del otro. Esta circunstancia el cerebro no sabe interpretarla, ya que está acostumbrado a que la visión de un ojo y el otro converjan en un mismo punto. La forma que tiene de interpretarlo es construyendo la forma percibida fuera del plano bidimensional, dando la sensación de volumen. Si la frecuencia de proyección es suficientemente elevada, no se detectan parpadeos de ninguna clase y

la sensación 3D es muy convincente. Pero esta percepción es muy exigente para el cerebro, por eso algunas personas se marean cuando se ponen las gafas o cuando se las quitan.

### Gafas polarizadas 3-D

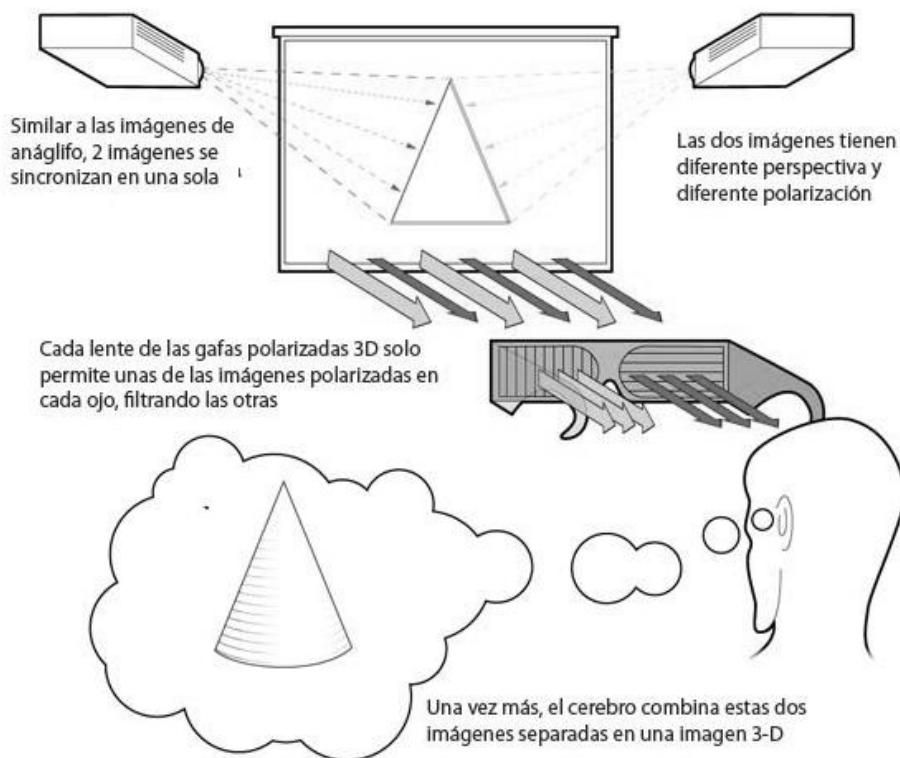


Figura 77: Funcionamiento de unas gafas 3D.

Como podemos apreciar, ésta nueva técnica cinematográfica también es adaptable al campo de la escultura. Se pueden representar esculturas que se mueven y aproximan sus volúmenes hacia nosotros. Pero, como anteriormente se comentaba, sólo es una imagen visual, no está imbuida de otros atributos perceptibles como la tersura o la rugosidad, no tiene una temperatura cálida ni fría, no tiene dureza o flacidez. En

definitiva, sólo es percibida a través de la vista – aunque también es difícil percibir su escala real al no disponer de objetos reales de referencia- sin intervención de otros sentidos tan importantes para la escultura como el tacto.

Pero no todas las representaciones escultóricas virtuales o digitales tienen porque ser visuales o exclusivamente vinculadas a los soportes cinematográficos, como tampoco lo son muchas de las obras escultóricas que hasta ahora hemos visto en este trabajo. De hecho, la tactilidad, aun siendo una característica tradicionalmente asignada a la escultura sobre otro tipo de artes, no es su atributo principal. Ni siquiera en las obras más clásicas en las que podamos pensar. ¿Fueron creadas acaso para ser tocadas, para recorrer su superficie con la mano? Su ubicación, su disposición, su tamaño, su sacralidad, etc. las hacían intocables. Su atributo fundamental es la forma, el volumen, la tridimensionalidad. Y esta ya es posible representarla tanto de forma tangible como virtual.

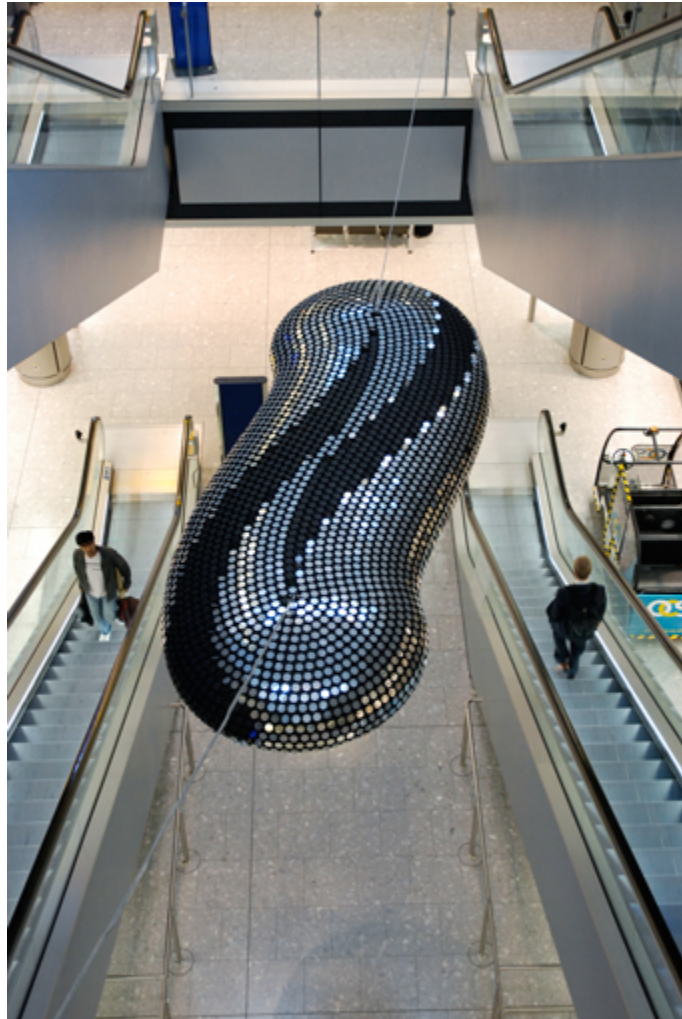
Es cierto que la tridimensionalidad de una representación no implica volumen, como una fotografía de una escultura tampoco lo hace. Un objeto puede crearse virtualmente tridimensional (p.e. con alguno de los [programas](#) de modelado 3D que hemos visto en el capítulo 4) pero no es una representación escultórica tridimensional. Tiene forma, tiene volumen, tiene un espacio y un entorno en el que está ubicado y con el que se relaciona. Pero no comparte nuestro mismo espacio físico, no podemos explorarla con otro sentido que no sea el de la vista. No podemos movernos alrededor de ella, ni tampoco tocarla si nos lo permitieran. Es aquí donde la frontera entre el espacio físico y el espacio [virtual](#) supone una barrera, una frontera infranqueable.

Una escultura realizada mediante luz presenta una forma y un volumen, ocupa un espacio, es tridimensional. Podemos moverlos alrededor de ella o a través de ella, pero en sí misma no es asible, ni es táctil, es intangible, es virtual. Constituye un tipo de escultura desprovista de materialidad. Las partes técnicas o mecánicas que la hacen posible no tienen porque constituir elementos escultóricos, son medios. Tal y como lo son el plinto o la base de una escultura de mármol.

También existen representaciones en las que tenemos la sensación de movernos en un entorno virtual, creado artificialmente, como los simuladores de vuelo que comentábamos al principio de este capítulo. En ese espacio creado, la representación de una forma o un volumen artístico sería "explorable" físicamente en el sentido de tener la sensación de movernos en torno a ella. Incluso de poder tocarla y sentir su temperatura o rugosidad. Pero no deja de ser eso, una sensación, una ilusión creada artificialmente. Una serie de imágenes y sensores que responden a nuestros movimientos y que "engañan" varios de nuestros sentidos para dar sensación de realidad ha algo fingido, simulado.

Actualmente, la tecnología no nos permite tanto. Existen muchos ejemplos de esculturas digitales o realizadas mediante técnicas virtuales. En casi todas ellas, la transdisciplinaridad suele ser la característica principal del proceso, es decir, la intervención de distintos perfiles profesionales y artísticos para la consecución de la obra. Tal y como hablamos en el apartado 3.5 de este trabajo, los procesos y las técnicas varían en función del fin perseguido, pero suele ser habitual el uso de tecnologías [informáticas](#) en el proceso de conceptualización y creación. En la fase de producción se alternan técnicas tradicionales con los procesos digitales automáticos como el CNC, el Prototipado rápido, el sintetizado láser, etc. Todo en función del material con el que se realiza la obra y la búsqueda de la optimización del proceso. Como comentábamos, se trataría de una obra realizada mediante el proceso nº 3, es decir, intangible-tangible según nuestra clasificación.





*Figura 78: "Cloud" (Nube). Troika. 2008.*

Un ejemplo de ello es "Cloud" de Troika, una escultura digital de cinco metros de longitud constituida por una estructura metálica recubierta de más de 4.600 elementos móviles controlados por un [ordenador](#). Estos elementos son chapas circulares con un lado plateado y otro negro, controladas por un relé. Estas chapas, reflejan los colores del entorno y, al ser volteadas cambiando su color del plateado al negro, hacen con un ruido característico, creando efectos visuales y sonoros muy llamativos.



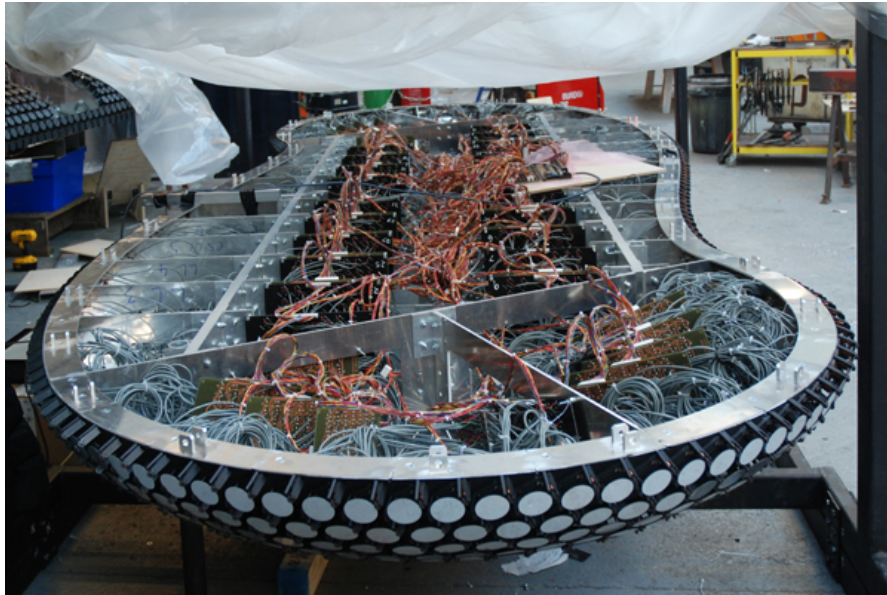
*Figura 79 y 80: "Cloud" (Nube). Troika. Proceso constructivo. 2008.*

La escultura se encuentra en el aeropuerto de Heathrow (Londres) en la Terminal 5, en la zona que conduce a la sala VIP de primera clase de British Airways. La inspiración fue crear una pieza que marcara la entrada a los salones de primera clase y significara la transición entre el suelo ocupado por las prisas y las compras a la calma y la serenidad de los salones. A partir de la idea del contraste entre el agitado aeropuerto y la calma, luminosidad y etéreo mundo que se descubre al volar, se les ocurrió la metáfora de base de las nubes, la atmósfera y la forma de la instalación. El movimiento de las chapas volteables y el sonido que hacen al moverse evocan los antiguos paneles de las estaciones de ferrocarril y de los aeropuertos de mediados de los años 70. Este sonido evoca la idea viaje, y representan una edad de oro de la tecnología cuando comenzaron a combinarse las técnicas analógicas con las digitales. En movimiento, "Cloud" se transforma en una forma orgánica que parece estar viva, brillante y coquetear con los espectadores.



*Figura 81: "Cloud" (Nube). Troika. Proceso constructivo. 2008.*

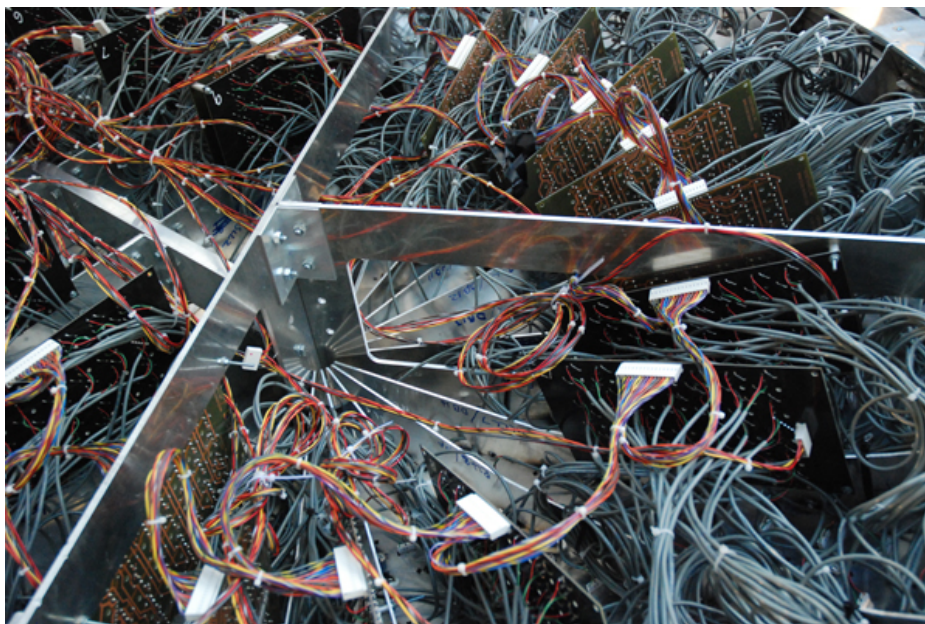
Una vez se decidió la forma, se necesitaba colocar los 4.600 puntos de forma precisa y de manera rentable. Después de muchas pruebas diferentes, utilizaron una técnica inspirada en la forma en barcos y aviones fueron construidos a principios del s.XX, aunque actualizada. 'Cloud' (Nube) se basa en una serie de capas diferentes: la primera capa es la base de la piel, de esos puntos metálicos, apoyados sobre una sub-estructura interna, un esqueleto metálico.



*Figura 82: “Cloud” (Nube). Troika. Detalle distribución interna. 2008.*

El proceso de montaje y ajuste fue arduo y complejo, para lo que se crearon varios [programas](#) informáticos. Los patrones de movimiento son cambiantes y formas generadas siempre distintas. Las chapas están hechas de tiras de aluminio con un plano de corte láser CNC. Se necesitan especiales cálculos de los planos del contorno para asegurar el plegado correcto. Al mismo tiempo, es necesario alojar y ocultar todos los componentes electrónicos, cables y equipo necesario para controlar los puntos.





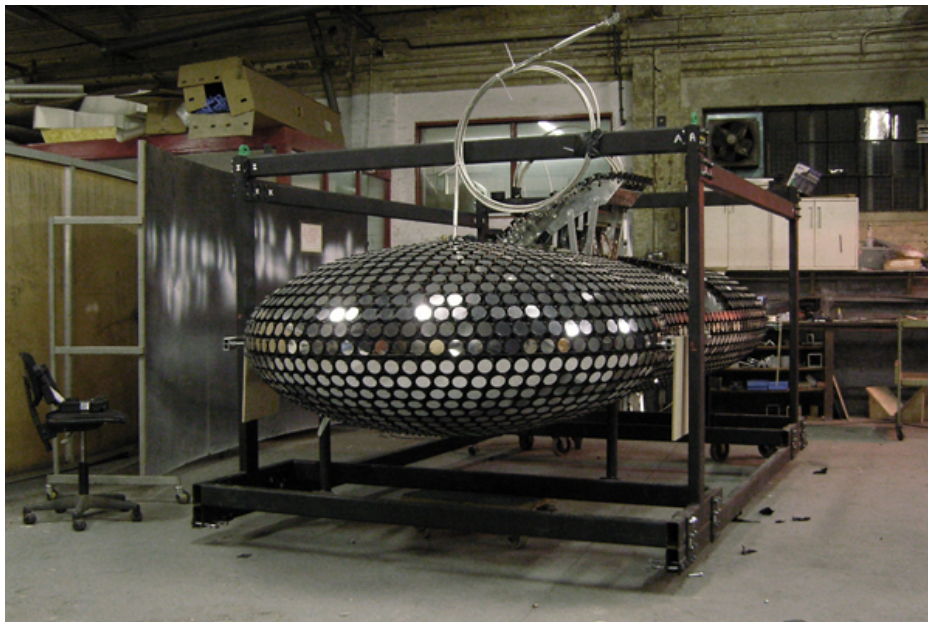
*Figura 83: "Cloud" (Nube). Troika. Detalle distribución interna. 2008.*

"Nube"<sup>62</sup> fue construido en dos piezas por separado. Dispone de más de 300 tiras de piel diferente, cada una de ellas codificadas y con una posición única en el esqueleto. Cada tira de piel está perforada con todos los agujeros necesarios para colocar los puntos y aprobar los distintos cables para el suministro eléctrico. En su interior alberga el controlador principal, que actúa como el cerebro del sistema, y dos controladores electrónicos superior e inferior (en calidad de distribución de la corriente eléctrica), 134 menores de distribución y más de 5.000 metros de cable.

---

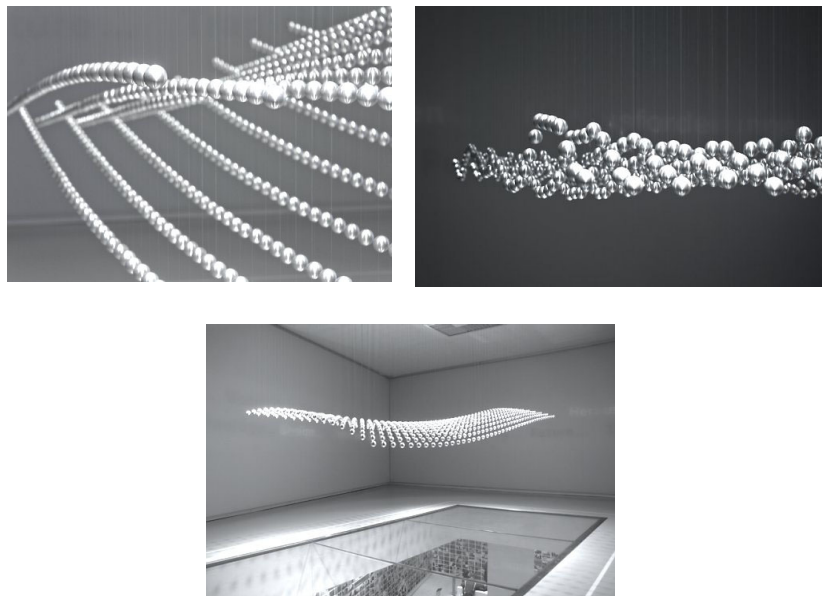
<sup>62</sup> Puede visitarse la página de la empresa en: <http://troika.uk.com/cloud?image=17>

También se trabajó en el control de la chapas. Por lo general, el volteo de los puntos se actualiza con una línea de barrido lento, lo que significa que tendría que disponer de uno lento y otro rápido para crear animaciones complejas. La fabricación y el montaje de 'nube' se encomendaron al fabricante de arte Mike Smith Studio, uno de los mejores y con más recursos en la fabricación de estos modelos de Europa.



*Figura 84: "Cloud" (Nube). Troika. Proceso construcción finalizado. 2008.*

Otro ejemplo en este sentido ha sido desarrollado por la empresa Art+com <sup>63</sup> trabajando con el artista Joe Gilbertson. Se dedican a la investigación y desarrollo con medios interactivos. Para el museo de arte moderno Kunsten (en Aalborg, Dinamarca) realizaron unas esculturas cinéticas e interactivas llamadas "Reflexivo Kinematronic" que constaban de 25 esferas de metal suspendidas del techo mediante unos finos cables.

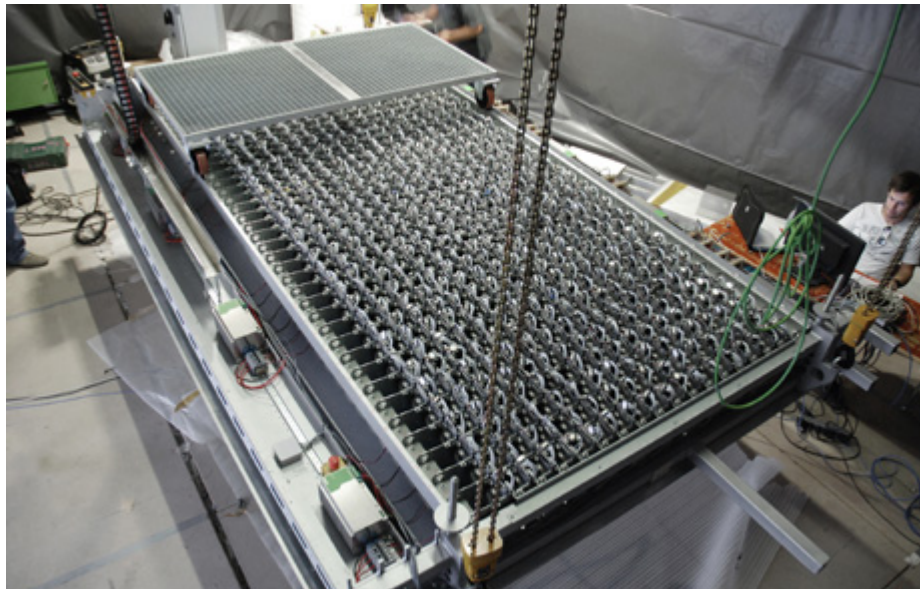


*Figura 85: "Kinetic Sculpture". Joe Gilbertson. 2009*

---

<sup>63</sup> Ver: <http://www.artcom.de>

Ocultos en el techo, unos pequeños motores movían dichas esferas recogiendo o alargando dicho cable. La instalación se completaba con unos espejos semitransparentes colocados estratégicamente en la sala, por lo que las esferas parecían multiplicarse hasta el infinito. Merece la pena visualizar los siguientes videos <sup>64</sup>, ya que en las imágenes estáticas no es posible apreciar el movimiento de la escultura.



*Figura 86: "Kinetic Sculpture". Detalle infraestructura. Joe Gilbertson. 2009*

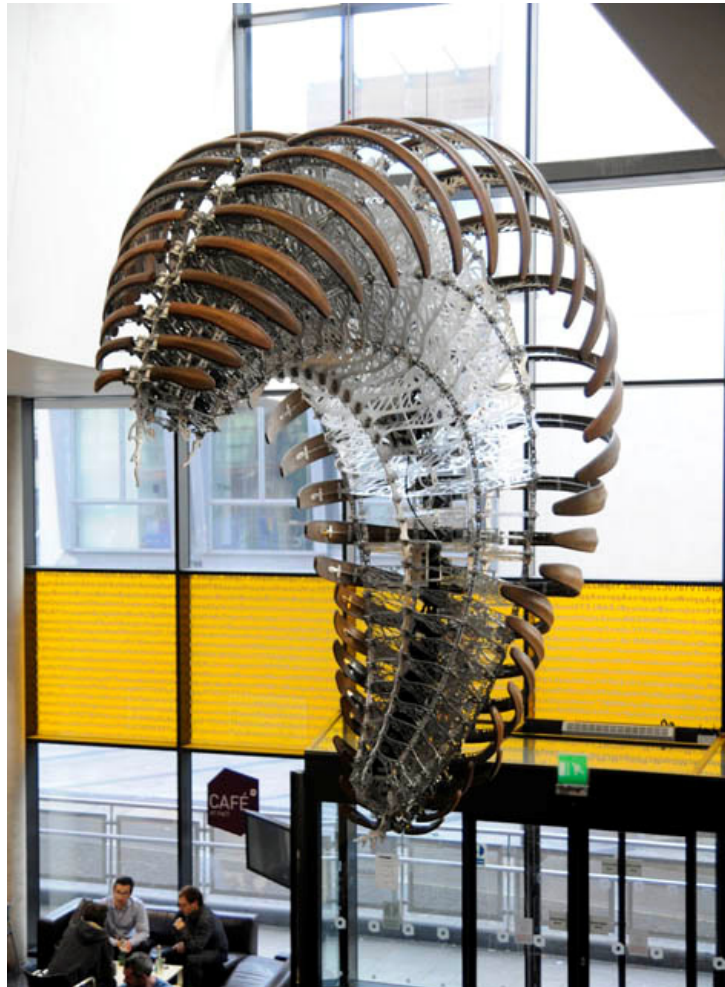
---

<sup>64</sup> Ver: <http://www.youtube.com/watch?v=-qWIOo2MtWU>

Ver: <http://www.youtube.com/watch?v=hlx-M53dC7M&feature=related>



Uno de los artistas mostrados en anteriores capítulos como U-Ram Choe<sup>65</sup>, creó para la Bienal Internacional de Liverpool (Inglaterra) del año 2008, "Umbra lúnula Opertus" una forma con connotaciones orgánicas suspendida en el atrio principal.

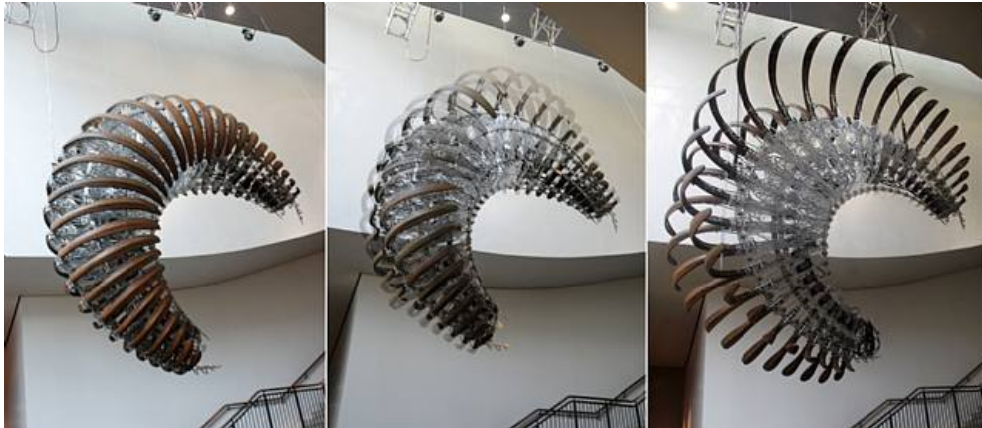


*Figura 87: "Umbra lúnula Opertus" U-Ram Choe. 2008*

---

<sup>65</sup> Ver: <http://www.uran.net/>

Sus futuristas esculturas que parecen organismos biológicos mecánicos. Al artista le gusta incorporar la nomenclatura científica en su obra, así “Opertus lúnula Umbra” significaría “Sombra oculta de la Luna”.



*Figura 88: “Umbra lúnula Opertus”. Secuencia de movimiento. U-Ram Choe. 2008*

Todos estos ejemplos representan interacciones novedosas entre distintas disciplinas para conseguir un objetivo común. La tecnología queda oculta, es transparente, aunque se pretenda que el espectador pueda ver partes o elementos en movimiento. La tecnología puede ser un medio o un fin según los objetivos que se persigan, pero no cobra más importancia que la que tiene, no suplanta los fines estéticos.

En el momento en el que la tecnología permita representar estas obras virtuales de forma tridimensional y que podamos movernos alrededor de ellas, podremos hablar de escultura virtual como tal. Quizás sean asibles o no, pero compartirán nuestro mismo espacio físico, no estarán separadas de nosotros por una pantalla.



## **6. Sexta parte: Nuevo paradigma metodológico en la enseñanza de la escultura mediante técnicas virtuales**

La imagen más reproducida de la universidad tradicional es la de los campus, con grandes edificios, sus clasificaciones por disciplinas, sus departamentos, sus bibliotecas, sus laboratorios, sus jerarquías administrativas, sus trámites, etc. Pero que, como la mayoría de los paradigmas, está entrando en un proceso de crisis y evolución.

En estas universidades, docentes y estudiantes, cumplen ritos cotidianos que vienen presentando síntomas de agotamiento. Son ritos heredados de una época en la que la conectividad no existía y la información y el conocimiento estaba concentrado en ciertos grupos de personas que las transmitían. La costumbre y persistencia de muchos de esas inercias se han convertido en invisibles hoy para sus propios ejecutores. Se convierten de esta forma, en conductas automáticas, inconscientes, limitadas a la realidad cotidiana y conocida, reduccionista respecto a modos de pensar y comprender la complejidad de la sociedad actual.

Pero los nuevos estudiantes vienen cargados con una herencia cultural mixta, diversificada, global, con preferencias definidas, con capacidades y habilidades ya adquiridas, con conocimientos técnicos, con expectativas muy claras. Pero también las innovaciones procedentes de otros países, las presiones de la sociedad, las demandas del mercado laboral, los requerimientos estatales, las nuevas tecnologías, etc. están minando ese hermetismo hasta ahora habitual.

Este nuevo estudiante ya no piensa localmente, su horizonte trasciende fácilmente las fronteras geográficas. Tiene intereses intelectuales y gustos definidos. Son muy selectivos ante la inmensa oferta puesta a su alcance en el mercado mundial. Se trata de personas que chocan con las estructuras académicas, administrativas, mentales, físicas y personales de quienes hasta hoy representan la universidad tradicional.

La combinación de estos elementos, el número cada vez mayor de estudiantes, la globalización, la reestructuración económica, los avances tecnológicos, etc. Están provocando que las instituciones universitarias sufran una transición que cambiará, sustancialmente, su función y organización.

Esto no quiere decir que se abandonará la asistencia física o las clases magistrales, sino que dejarán de ser el modo predominante de enseñanza frente a otros los métodos, quizás híbridos, es decir, una combinación la clase tradicional con el apoyo de ciertas herramientas digitales y el aprendizaje basado en proyectos individuales y grupales. La enseñanza se orientará a producir conocimiento enfocado al uso de instrumentos de tecnológicos y comunicativos, de técnicas para buscar, acceder, evaluar, analizar y comunicar información, a colaborar en grupos con personas de diferentes disciplinas y experiencias. Con el objetivo de preparar a las personas en un entorno cambiante y especializado como es nuestra sociedad actual.

Este cambio de mentalidad ya es visible en los campus universitarios. Las universidades españolas tienen unos 250 campus, Algunos de estos se pretenden transformar en grandes campus del conocimiento o, como llaman en Suecia, ecosistemas del conocimiento. Son 50 las universidades que se han presentado, Barcelona es la única que se presentó con dos propuestas.

Este programa pretende convertirse en el embrión de lo que serán las instituciones universitarias del futuro y es la primera iniciativa que establece un programa para construir una estructura en la que se sostenga el nuevo modelo productivo basado en el conocimiento.

Los primeros resultados son visibles desde 2010, cuando empieza a implantarse oficialmente el Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES). Los centros se transformarán en torno a cuatro ejes fundamentales: La docencia, la investigación, la innovación y el entorno social. Para ello se crearán desde guardería o centros de mayores hasta asociaciones con instituciones académicas o empresas. Con el doble objetivo de la excelencia y la proyección internacional.

### **6.1. Conductismo frente a Constructivismo**

En estos momentos, la incertidumbre es la única certeza. Es evidente que los cambios tecnológicos y la progresiva digitalización de nuestra sociedad ya han provocado cambios sustanciales en la forma de relacionarnos, de gestionar nuestro tiempo y la forma de generar riqueza. Es evidente de la misma forma que la formación que recibieron las personas que ahora dirigen y trabajan por y para la sociedad, no les preparó para esta situación. Han tenido que adaptarse, mejor o peor, a

la nueva situación. Adaptación que siempre es más lenta que el propio progreso de la sociedad. Adaptación que todos tenemos que afrontar en alguno de los ámbitos de nuestra vida. Pero esta virtualización no tiene marcha atrás, la adaptación, la formación debe ser constante, pues la sociedad y los cambios se producen vertiginosamente. La universidad, como centro de la excelencia formativa, no es ajena a los cambios producidos en la sociedad y, aunque lentamente, ha comenzado a adaptarse a los requerimientos que esa sociedad en proceso la demanda.

*“Al ritmo actual de los cambios tecnológicos, los años de enseñanza obligatoria no pueden transmitirnos todo lo que necesitaremos en la vida adulta. Por consiguiente, la escuela debe enseñarnos adaptabilidad.”* <sup>66</sup>

Sociedad a la que suele denominarse “del conocimiento” básicamente porque el conocimiento es la fuente principal de la producción y la riqueza. Pero también implica un paradigma de organización y funcionamiento, destinado a que la gente pueda pensar, sentir y actuar de una manera diferente, nueva, más libre e interactiva, al menos en teoría. Y las nuevas tecnologías tienen mucho que ver en ese proceso y evolución. Podríamos definir una serie de características de esta nueva sociedad:

---

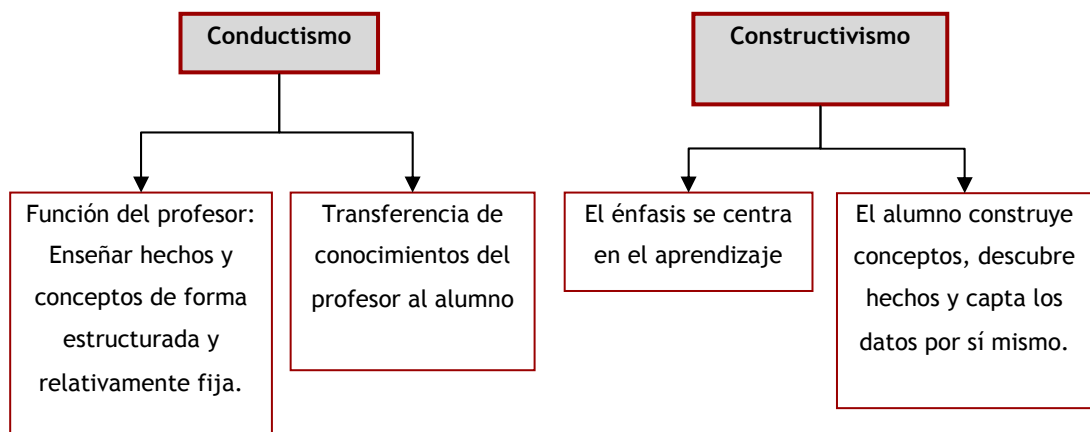
<sup>66</sup> NISBET, John y SHUCKSMITH, Janet. “Estrategias de aprendizaje”. Madrid. Aula XXI. Santillana. 1987. (pág. 27)

1. El conocimiento, la información, constituye el elemento más valioso socialmente.
2. La mayor parte de ese conocimiento es digital.
3. El conocimiento es generado por múltiples personas y en ámbitos geográficos muy distantes.
4. La información se transmite virtualmente y en tiempo real.
5. La mayor parte de las profesiones ya trabajan en entornos virtuales (ordenadores, redes, etc.)
6. La tecnología, las comunicaciones y la generación de información y conocimiento son los principales motores de la economía actual.
7. La innovación emerge como el valor más importante del funcionamiento social.
8. La conectividad permanente y la interacción permite que las personas puedan ejercer un mayor control o presión sobre los medios de comunicación y sobre los procesos de producción y difusión del saber.

La enseñanza tradicional, enmarcada en los preceptos conductistas, manifiesta signos de desfase frente a las características de esta nueva sociedad. No sólo ante las nuevas demandas de los estudiantes actuales, sino también ante las virtudes de los nuevos escenarios virtuales. Este desfase del paradigma tradicional se caracterizaría por:



- Se centra en sí misma, olvidando su entorno como referencia y como escenario de su impacto.
- Toma la ciencia como un sistema autosuficiente que no atiende a otras realidades.
- El libro de texto constituye una fuente de conocimiento exclusiva. Pero existen fuentes de conocimiento que no son documentos o libros y que por tanto no son utilizados.
- Oferta educativa es homogénea, no tiene en cuenta las diferencias, es inflexible.
- El protagonista principal es el profesor, excluyendo a otros posibles actores, incluido el alumno mismo.
- Los contenidos son informativos, no promueven la participación y/o creación.
- La comunicación no es eficiente, se produce en un sentido y demandando una respuesta concreta.



La enseñanza tradicional conductista no atiende a criterios como:

- Construir socialmente del conocimiento mediante la virtualidad, la interactividad y la participación colectiva, dando valor a las aportaciones de todos los participantes del proceso.
- La flexibilidad que otorga la virtualidad permite que la oferta académica sea más abierta, más personalizada y con la retroalimentación que permite mejorar el proceso.
- Centrar el proceso educativo en el alumno mediante la interactividad, permite al profesor convertirse en un facilitador, un orientador del proceso de aprendizaje.
- La visualización del conocimiento es inmediata, no sólo en el sentido de ser más visual, sino en el sentido de una constante presencia y acceso.
- El uso de técnicas digitales permite constituir todo el proceso de aprendizaje como un proceso de comunicativo y de intercambio.
- El contexto virtual permite escalar el conocimiento desde lo más multidimensional y global a lo más concreto y particular para asimilar el conocimiento pertinente.
- La capacidad para plantear y resolver problemas capacita al alumno a enfrentarse a situaciones desconocidas y aplicar métodos para analizarlas y resolverlas.

Uno de los objetivos fundamentales del proceso de Convergencia europea es promover el cambio metodológico en la Enseñanza Superior. Además de cambios en la organización de las enseñanzas con la inclusión o remodelación de los títulos ofertados y en el sistema de

cómputo de la actividad académica mediante créditos ECTS, el proceso de Convergencia pretende impulsar una renovación de la metodología que hasta el momento se ha utilizado en la enseñanza universitaria.

El paradigma tradicional centra el eje de la enseñanza sobre la tarea del profesor, que transmite los conocimientos mediante la clase magistral. El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) parte del supuesto que sólo se logra un aprendizaje eficaz cuando es el propio alumno el que asume la responsabilidad en la organización y desarrollo de su trabajo académico. Aceptar este principio supone enfocar los procesos de enseñanza desde una perspectiva distinta, pues el centro de la actividad pasa del profesor al estudiante.

Este concepto, aunque sencillo, implica un cambio de mentalidad radical. Una de las razones principales estriba en la propia organización social de nuestro entorno. Como ya se ha comentado en este trabajo, los nuevos conocimientos, las nuevas ideas y patrones culturales, los avances tecnológicos, las demandas laborales, los nuevos procesos productivos, etc. están demandando una actualización constante en muchos de los ámbitos de nuestra vida. Esto demanda de cada persona una capacidad personal para analizar, valorar e interpretar una cantidad ingente de información que continuamente se produce y es puesta en circulación. Proceso que genera nueva información y que demanda de ciertas capacitaciones y competencias, es decir, que estamos inmersos en un proceso continuo de recepción, procesamiento y transmisión de información, que nos exigen un aprendizaje continuo. Hoy, para competir adecuadamente en nuestra sociedad, para disponer de un trabajo y ser valorado por el propio desempeño, el periodo formativo de una persona no puede circunscribirse a una determinada etapa o periodo.

La formación que esas personas recibieron cuando pasaron por las instituciones de enseñanza superior, necesariamente, está ya obsoleta. Ya que, precisamente por las características del paradigma educativo vigente en aquel momento, su formación sólo se limitó a la asimilación de unos conceptos muy estructurados, fragmentados, impersonales y relativamente fijos en el tiempo.

El EEES tiene como uno de sus objetivos principales el inculcar a los estudiantes esa necesidad de formación continua, en prepararles para que esa búsqueda personal de conocimiento pueda ser generada por sí mismos. Las instituciones universitarias se convertirían en la base, aportando los medios, las técnicas de trabajo y las herramientas necesarias para que el estudiante inicie esa búsqueda de capacitación continua. Si esta sociedad en constante evolución y cambio demanda de una persona la capacidad para adaptarse continuamente, a aprender por sí mismo a lo largo de toda su vida, será mejor que adquiera cuanto antes las destrezas necesarias para hacerlo. Es por ello, por lo que el dominio de las tecnologías de la información constituye uno de los objetivos más importantes en el proceso de formación.

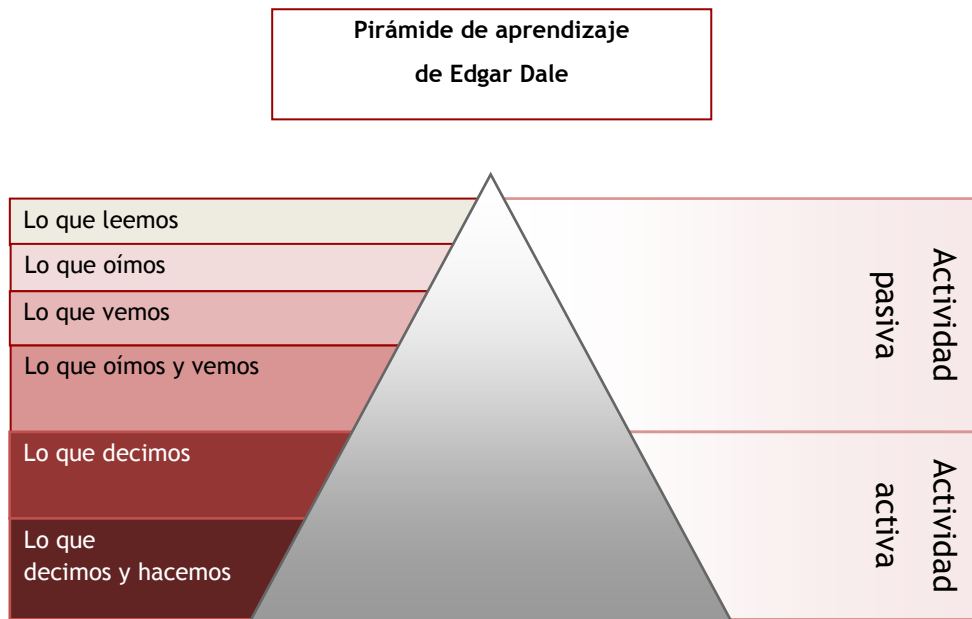
La polarización de las enseñanzas universitarias sobre objetivos relativos a los conocimientos, ha generado desajustes que no han facilitado la integración de las personas en el mercado laboral. Desde distintos ámbitos se está demandando que las instituciones universitarias orienten sus enseñanzas de manera que los alumnos adquieran las competencias requeridas profesionalmente. Esto supone orientar los procesos de enseñanza-aprendizaje hacia la adquisición de competencias profesionales.

Una competencia profesional es un conjunto de habilidades, destrezas, conocimientos y actitudes que junto a sus características personales (motivos, valores, capacidad, etc.) y sus experiencias profesionales le capacitan para abordar tareas o resolver una situación planteada en un contexto laboral. Es decir, la capacidad que tiene una persona para adaptarse a las situaciones y exigencias que se le plantean y resolverla eficazmente.

Implica saber, saber hacer, saber estar y saber ser, como ya se comentó al hablar de las recomendaciones de Informe Delors comentado en la presentación del segundo capítulo de este trabajo. Hablamos por tanto de un conjunto de capacidades y saberes técnicos, metodológicos, sociales y participativos que una persona pone en marcha para afrontar las obligaciones y exigencias que se le plantea en un entorno laboral. Éstas pueden ser genéricas y específicas. La filosofía del EEES promueve que los planes de estudio universitarios se organicen teniendo en cuenta esta nueva orientación del aprendizaje centrado en la adquisición de competencias, tanto genéricas como específicas, frente a enfoques - más tradicionales - centrados en la mera adquisición de conocimientos. El problema se plantea cuando las propuestas que se hacen desde las instituciones universitarias para la adquisición de esas competencias chocan con las demandas de los nuevos estudiantes y de los planteamientos de las empresas que contratarían a esos estudiantes.

*Eggar Dale* era un pedagogo estadounidense que propuso un modelo sobre la efectividad de los métodos de aprendizaje, el *Cone of Experience*, tras ciertas investigaciones al respecto. El cerebro humano, en función del grado de implicación que tiene en cualquier situación, es capaz, tras un tiempo determinado, de recordar ciertas experiencias y conocimientos. Nuestro cerebro va desechando la información que no se utiliza o las experiencias no significativas para dar cabida a otras nuevas. No recordamos igual algo que vemos u oímos que algo en lo que hemos participado. Sobre la base de este principio, esta nueva

orientación del aprendizaje busca la implicación del alumno en todo el proceso ya que, mediante su interacción y el conflicto que se le plantea, construirá nuevos esquemas de pensamiento que le ayudarán a resolver situaciones similares.

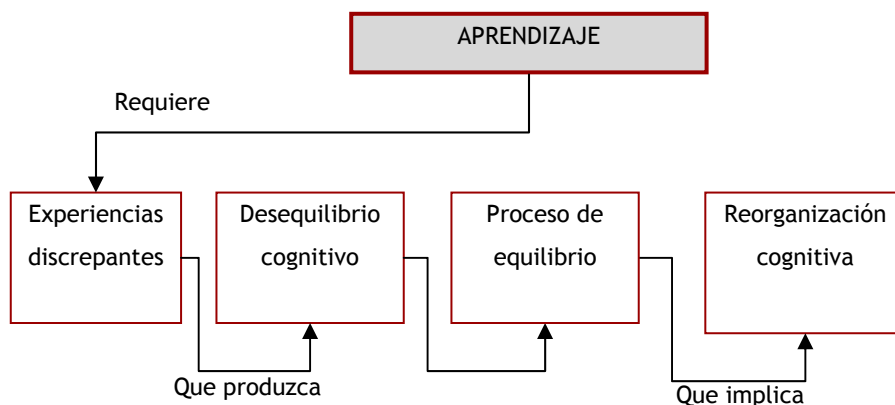


Según este estudio, los métodos menos efectivos para el aprendizaje son la lectura, las clases verbales y los esquemas o dibujos en la pizarra. Son los más ampliamente difundidos y utilizados y los que ocupan los máximos porcentajes del tiempo educativo en nuestro sistema educativo. En cambio, los procedimientos que han demostrado ser más efectivos son los que proporcionan una experiencia directa (los foros, la colaboración, las simulaciones, los proyectos, etc.) pero que actualmente ocupan un espacio reducido en los tiempos formativos.

Los modelos de aprendizaje constructivista se basan en la interrelación entre estrategias pedagógicas, propias y específicas, los modelos presenciales y los modelos formativos sustentados en las tecnologías

Web. El objetivo no es otro que el de la idoneidad del conocimiento que el alumno tiene que adquirir. Algo que siempre se ha obviado en un sistema pedagógico basado únicamente en los resultados académicos (nota final del alumno) sin que se tenga en cuenta si el alumno ha adquirido los conocimientos necesarios y correctamente enfocados en su futuro profesional. Como está planteado en el modelo conductista. En el modelo de aprendizaje constructivista, el conocimiento se construye de manera activa por el propio alumno, responsable de su propio aprendizaje y de su evolución, con lo que la implicación es muy alta. Todo ello bajo la supervisión tanto del docente como del centro educativo.

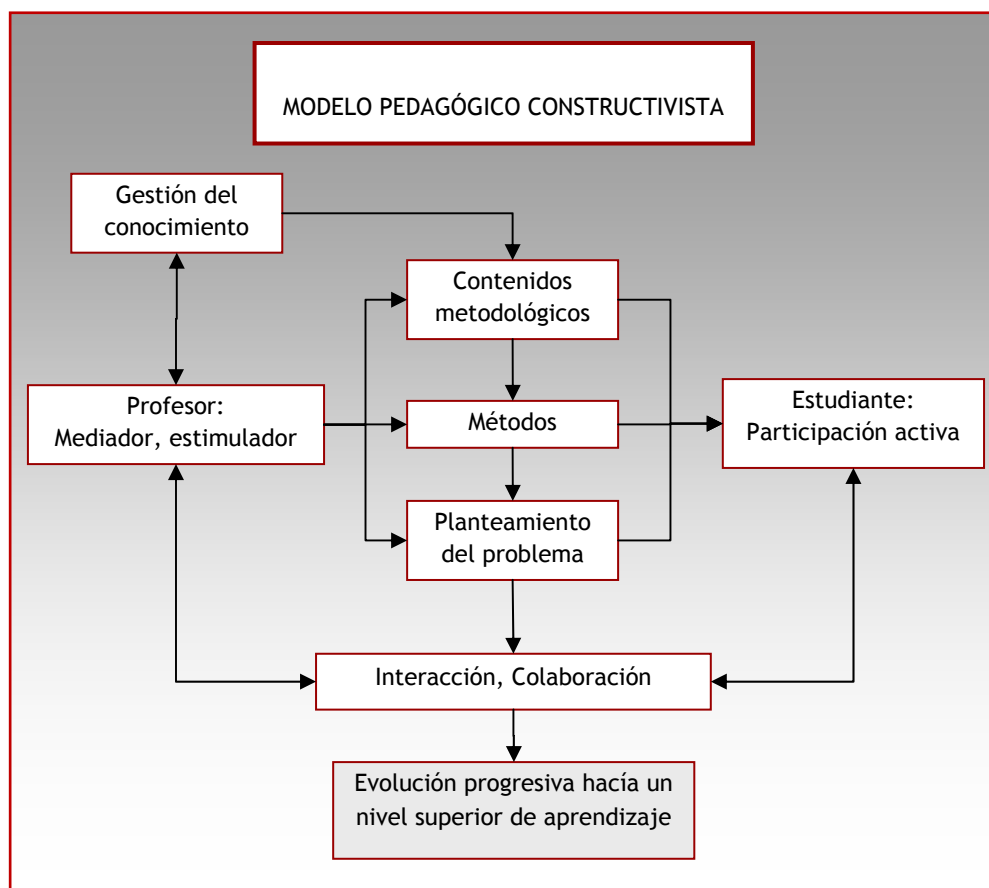
La construcción del conocimiento se efectúa sobre hechos, ideas y creencias que el alumno posee, en función de estos preconceptos dados y los conceptos que se ponen a disposición del alumno, este finalmente construirá su conocimiento. Esta es una de las características principales de la teoría constructivista, contrapuesta a las formuladas por la conductivista, en la que el conocimiento es explícitamente un proceso de construcción del conocimiento.



Existen aspectos de la teoría constructivista plenamente aplicables a la enseñanza de las disciplinas artísticas como son:

1. El conocimiento que adquieren los alumnos es dado por la interacción entre ellos. El trabajo colaborativo permite el intercambio de opiniones, ideas y discusiones que enriquecen y amplían los puntos de vista de los alumnos.
2. El conflicto cognitivo es el estímulo para el aprendizaje, proporcionando la organización y la naturaleza de los contenidos, tareas y conceptos aprendidos. El estudiante ha de estar situado en un ambiente de aprendizaje que incremente sus estímulos y metas.
3. El entendimiento de las materias de estudio se ve influenciado por los procesos correlativos al aprendizaje colaborativo, como las comunicaciones del grupo. Lo que proporciona una visión de conjunto del trabajo común y el individual.





Las disciplinas artísticas son muy susceptibles para implantar un modelo en el que el alumno "aprenda haciendo" ya que es el modelo más extendido en estas disciplinas. Pero no enfocado al análisis conceptual y la asimilación teórica de unas herramientas y tecnologías, sino en su correcto uso, manejo y resolución de supuestos prácticos. Partiendo de la búsqueda de respuestas y soluciones a un problema planteado real o ficticio. El aprendizaje es así activo, implicativo y adecuado a la capacitación laboral.

En este sentido se propone un modelo conceptual que se sostiene en la estructura de un sistema formativo orientado a la correcta gestión del conocimiento, para lo que se hace necesario establecer una jerarquía de contenidos, es decir, una base de datos de los materiales docentes,

apuntes, tutoriales, ejercicios enfocados directamente al desarrollo de la asignatura, etc. Así como una base de datos de los conocimientos que el alumno ha desarrollado, de archivos con información adicional pero significativos para el desarrollo de la asignatura, y un módulo de test auto-evaluación que permita comprobar en tiempo real la asimilación de ciertos contenidos, lo que contribuye a agilizar el proceso de aprendizaje basado en problemas reales.

Esto implica no sólo cambios metodológicos, sino conceptuales y estructurales. Es necesaria la creación de una red interna, de unos servidores para alojar los contenidos, de personal que administre el sistema o que de soporte del mismo, de conexiones a Internet, de servidores de correo, de aplicaciones y herramientas de seguimiento. No consiste únicamente en distribuir contenidos a lo largo de un cronograma, sino de diseñar unas actividades o proyectos que van a realizar los alumnos, de programar su secuenciación a lo largo del curso, de los tiempos para su ejecución, de incidir en ciertas técnicas o métodos en función de la progresión de los alumnos, exige realizar un seguimiento más o menos continuo de cada grupo, de cada alumno. Con unas necesidades diferentes, con unas recomendaciones diferentes y con unos resultados diferentes.

Hay que especificar aquellas actividades que son presenciales y no presenciales. Las actividades presenciales son aquellas que reclaman la intervención directa del profesor y el alumno como en las clases teóricas, los seminarios, las clases prácticas, las prácticas externas y las tutorías. Las no presenciales son las actividades que los alumnos pueden realizar libremente bien de forma individual o mediante trabajo en grupo. Hasta ahora, la mayor parte de las actividades presenciales se centraban en las clases teóricas, pero el EEES pretende impulsar un enfoque más plural dando cabida a otras modalidades presenciales y a las no presenciales.

Una de las primeras decisiones para este cambio metodológico: distribuir los créditos de un asignatura en horas presenciales y no presenciales y, a su vez, el total de cada una de ellas según las modalidades organizativas descritas anteriormente. Ello nos permitirá planificar el trabajo a realizar en función de los tiempos disponibles y estimar la carga para cada materia y cada curso.

	Tipo	Horas	Peso evaluación
Presencial	Clases teóricas		
	Seminarios/Talleres		
	Clases prácticas Laboratorios		
	Tutorías		
	Prácticas externas		
No presencial	Trabajo en grupo		
	Trabajo individual		

Hasta ahora se ha considerado la clase teórica como la modalidad más común en la enseñanza superior pero en la medida en que nos planteemos otros escenarios educativos deberemos abordar otras metodologías. La modalidad de enseñanza a utilizar viene determinada por el propósito del profesor a la hora de comunicarse con los alumnos. No será la misma si se transmite información, intercambiar información con ellos, o incentivar que los estudiantes hablen entre ellos. También hay que establecer cómo deben poner en práctica lo aprendido. Para cada tipo de propósito utilizaremos una modalidad distinta.

Lo importante es el enriquecimiento que el alumno adquiere al trabajar con todas ellas. Por ejemplo, los seminarios o los talleres son muy susceptibles para el estudio de casos prácticos (reales o ficticios), el aprendizaje basado en problemas, la ejecución de proyectos, el trabajo colaborativo, etc. La utilización de uno u otro dependerá del tipo de competencia a desarrollar, de las características del grupo y del escenario donde se realice la actividad.

Resulta fundamental especificar cuáles van a ser las tareas a realizar por el profesor y los alumnos antes, durante y después de la ejecución de cada una de ellas. Es la única forma de lograr que el alumno sea el propio protagonista de su proceso de aprendizaje, y de participar activamente en la organización y gestión de su propia actividad. De ahí que sea muy importante señalar el tipo de actividades y tareas que conlleva cada una de las modalidades a fin de que los alumnos tengan elementos de referencia a la hora de planificar el trabajo que deben realizar de forma autónoma.

Por lo que se ha comprobado, la mayoría de los alumnos estudian para aprobar, por lo que el sistema de evaluación es el factor que modula la metodología de estudio que utiliza el alumno. De nada sirve hablar del cambio metodológico sino cambiamos los criterios y procedimientos de evaluación que utilizamos para comprobar si el alumno ha adquirido las competencias que pretendemos lograr.

Como en este método estamos evaluando competencias y éstas sólo pueden ser observables por medio del desempeño de los alumnos en la ejecución de las tareas. Esto supone centrar la evaluación sobre las actividades prácticas que permiten evaluar cómo esa persona aplica

unos conocimientos, destrezas y actitudes que debe haber adquirido para la resolución de los problemas reales o simulados planteados como una situación o función profesional.

Pero como cada trabajo es individual y personalizado, hay que planificar estrategias de evaluación que permitan valorar cómo se ha llevado a cabo esa planificación y realización. Por lo tanto no sólo se valora el producto final, sino también los procesos que han llevado a ese resultado. Evaluar un proceso requiere procedimientos más cualitativos y personalizables que implique que sean los mismos alumnos los que se evalúen en función de sus fortalezas y debilidades, proponiéndose así nuevos retos de estudio. Si no se implica al alumno en el proceso de evaluación, este tendrá una influencia menor sobre la mejora de su sistema de trabajo.

A modo de conclusión, decir que existen muchas razones que conducen a una renovación de los métodos en la enseñanza superior. No sólo por las exigencias que impone el EEES y las nuevas estructuras académicas, sino también porque ya resulta complicado – ineficiente y absurdo – planificar las tareas excluyendo métodos y aplicaciones digitales y las posibilidades comunicativas que ofrecen las redes informáticas.

Además, aquella vieja demanda de un puesto de trabajo para toda la vida hoy en día es, prácticamente, imposible. Necesitaremos adaptarnos a otros puestos de trabajo a lo largo de nuestra vida, a nuevas aplicaciones, a nuevas competencias, surgirán otras especialidades que demandarán profesionales preparados, aparecerán nuevas aplicaciones o serán renovadas, actualizadas y ampliadas las que ya conocemos, algunas profesiones dejarán de demandarse a favor de otras, etc. Es una realidad que todos debemos asumir y cada individuo tendrá que abordar, en este proceso, su propia capacitación de forma autónoma.

Planificar la enseñanza centrándola en el trabajo del alumno permite ponerlos frente a esa realidad, de forma que aprendan de forma autónoma, responsable, es decir, enseñar a aprender. Es evidente que la metodología hasta ahora utilizada no es efectiva para este fin. Esta planificación no sólo implica proponer qué hacer y qué lograr, sino también cómo se debe hacer y qué medios y recursos se pueden utilizar para alcanzar los objetivos previstos, acompañándole en ese proceso.

Los procesos de planificación de la enseñanza deben reformularse desde otra perspectiva, donde los profesores no centren su cometido en transmitir unos conocimientos sino en ser gestores de los procesos de aprendizaje de sus alumnos. Esto consiste, fundamentalmente, en ofrecer herramientas y medios para sea el alumno quien, de forma autónoma, gestione su propio proceso de aprendizaje, y acompañarle para orientarle y ayudarle a superar las dificultades que encuentre. El proceso de Convergencia Europea en el que estamos inmersos constituye una oportunidad para avanzar en esta línea.

## **6.2. Situación de las BB.AA. actualmente**

Los planes de estudios vigentes hasta este momento no son los mejores para las enseñanzas artísticas. No contemplan algo tan fundamental en las enseñanzas artísticas como el conocimiento global e integrador de las artes. La aplicación de estos planes de estudios de Bellas Artes ha llevado a una disgregación de asignaturas y a la existencia de

asignaturas aisladas, sin ninguna conexión ni continuidad global. Es necesario un replanteamiento profundo de su estructura y aplicación <sup>67</sup>. Este hecho ha provocado en casi todas las facultades de Bellas Artes de España una desvirtualización de los talleres de creación y un aumento de asignaturas, lo que provoca que el alumno/a trate de superar las materias mediante ejercicios sin una implicación personal y sin que intervengan aportaciones creativas diferenciadas.

Los alumnos/as de Bellas Artes cuando hacen un proyecto personal realizan una práctica en la cual resuelven todo un proceso que va desde la ideación hasta la resolución de la obra acabada sin ninguna interrupción o fragmentación. Las prácticas de las facultades de Bellas Artes son una suma de diferentes etapas y situaciones: el proyectual, el procesal, el resolutivo y la contextualización. Subdividir este proceso integrado en asignaturas aisladas y sin conexión alguna va en detrimento de la práctica artística, como ya ha demostrado la experiencia, porque en ella, estos planos de la realidad son indivisibles.

Uno de los problemas derivados de los actuales planes de estudio es que se ha priorizado una enseñanza en ejercicios, dejando de lado uno de los aspectos básicos de la enseñanza artística como es la experimentación personal. Realizar una práctica artística requiere aplicar una experimentación práctica, una investigación y una experiencia personal; usar unos procedimientos, unas técnicas y unos procesos

---

<sup>67</sup> Conclusiones reflejadas en el diagnóstico de la situación actual de las enseñanzas superiores en Bellas Artes en España. Realizado por la Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación (ANECA) como parte del Programa de Convergencia Europea. Diseño de planes de estudio y títulos de grado, publicados en el Libro Blanco de Bellas Artes, Diseño y Restauración. Junio 2004 (pág. 132)

instrumentales de diferente procedencia, así como aplicar y formalizar contenidos conceptuales muchas veces complejos de definir.

La enseñanza de la escultura universitaria sigue aferrada a los métodos tradicionales de copia y reproducción de la realidad. Lejos de otros planteamientos expresivos, coartando el desarrollo creativo en muchas direcciones al favorecer, valorar y promover esa concepción academicista. Materiales fuera de los clásicos apenas se trabajan, por no hablar de las nuevas tecnologías aplicadas al campo de la escultura y sus posibles interacciones con otras disciplinas.

El objeto de investigación en las Bellas Artes es el mismo proceso de trabajo, ya que el mismo hecho artístico implica una reflexión, una reflexión que comporta todas las ramificaciones, estructuras e interrelaciones que se derivan desde el propio proceso creativo. El plan de estudios actual fomenta una compartimentación de los contenidos de las asignaturas que hacen perder el sentido esencial del hecho artístico: la globalidad que comporta la obra de arte. Además, el posible análisis y juicio sobre lo que deberían ser trabajos globales, se ve desvirtuado porque la compartimentación produce también dominios que se mueven en círculos viciosos de relaciones cerradas entre un alumno que se pliega a los deseos del profesor y un profesor que premia al alumno dócil sin que apenas exista ningún mecanismo externo de corrección.

Es necesario rediseñar el concepto de taller de creación como eje vertebrador de las enseñanzas artísticas: un taller de creación integrado donde el alumno/a pueda desarrollar su trabajo personal, con la tecnología necesaria, con la ayuda de maestros de taller y técnicos especialistas y la aportación conceptual por parte del profesor/ a (o equipo de profesores/as) que autoricen, coordinen y ayuden a llevar a cabo las propuestas, proyectos y trabajos prácticos personales del alumno/a.



Por lo que se puede apreciar, el interés de los alumnos se centra, cada vez más, en los conceptos innovadores basados en la transversalidad, el mestizaje de lenguajes y el uso de nuevas tecnologías. Los alumnos/as no piden talleres monotemáticos, sino espacios de confluencia de lenguajes donde se fomente la hibridación de técnicas de diferente procedencia, tanto las tradicionales como las de nueva implantación. La tendencia actual es la potenciación de la creación y la expresión que se manifiesta de forma cada vez más polivalente mediante todas las técnicas disponibles.

El proceso de convergencia para la creación del Espacio Europeo de Educación Superior brinda a las Facultades de Bellas Artes una oportunidad para replantear sus modalidades docentes, sus sistemas pedagógicos, sus maneras y sus competencias. Europa supone una fuente importante de experiencias con las que comparar la realidad española, pero también un espejo en el que comprender los porqués de la experiencia acumulada en España.

La enseñanza de Bellas Artes debería contemplar, al menos, estos criterios:

1. Preparar al estudiante para poder trabajar como artista autónomo y autosuficiente en la práctica creativa y en la exposición de la obra con un conocimiento lo más amplio posible de los medios de expresión artística.
2. Preparar al estudiante para poder trabajar como un asesor de arte a partir del estudio de las técnicas más diversas que permitan la expresión visual, las habilidades artísticas y la traducción de ideas críticas o de emociones en formas.

3. Ampliar y profundizar los conocimientos del campo artístico a partir del aprendizaje del desarrollo de procesos formativos, didácticos, teóricos y experimentales.
4. Reflejar la diversidad cultural del campo artístico y el discurso crítico que lo envuelve.
5. Ayudar en la concepción, planificación, realización, organización, gestión y mediación de información visual.
6. Fomentar el desarrollo de las enseñanzas tradicionales asociándolas al desarrollo de los medios informáticos.
7. Introducir en el dinámico mundo profesional a nuevos creadores que desarrollen trabajos artísticos, programas y artefactos para su producción y presentación en todo tipo de formatos y espacios culturales.

Estos criterios ya son recogidos en la Ley Orgánica 2/2006 de Educación, del 3 de mayo, donde se establece la ordenación de las enseñanzas artísticas superiores. Posteriormente en el BOE. 27 de octubre de 2009. Núm. 259 <sup>68</sup>, se estructuran las enseñanzas artísticas de acuerdo con los principios del Espacio Europeo de Educación Superior (proceso de aprendizaje centrado en el alumno, créditos ECTS, titulación europea, movilidad, grado y prostgrado, etc.). Pero también se requieren algunas más específicas, orientadas tanto a la investigación y la expresión personal como a la capacitación profesional como:

---

<sup>68</sup> Ver: <http://www.boe.es/boe/dias/2009/10/27/pdfs/BOE-A-2009-17005.pdf>

- Orientación práctica en espacios de estudio de arte basada en el trabajo independiente y con tutorías individualizadas.
- Trabajar en proyectos individuales o de colaboración.
- Definir la investigación artística en términos científicos y de laboratorio (por ejemplo, trabajar en proyectos experimentales y en laboratorios que favorezcan la colaboración con otras universidades como las técnicas o científicas y la colaboración con empresas del sector tecnológico y científico).
- Utilizar tanto de los medios tradicionales del arte como las nuevas tecnologías para la experimentación e investigación artística.
- La colaboración inter y transdisciplinar.
- Opciones para poder optar por una progresiva especialización o un enfoque más multidisciplinar.
- Orientación empresarial vinculada a las profesiones emergentes del sector.
- Valorar tanto la capacidad de expresión artística como las capacidades de análisis teórico-crítica y de expresión escrita/oral.
- La integración de conocimiento y habilidades para lograr el dominio y la innovación en el uso de los medios.
- La incorporación de habilidades comunicativas, interpersonales y empresariales.
- El desarrollo de un perfil formativo polivalente capaz de desenvolverse en campos interprofesionales.

Hay que tener en cuenta que la generalidad y la especialización de los estudios de arte cambia de perspectiva si se considera como objetivo final los intereses específicos de las Bellas Artes y la práctica artística en sí misma, englobado en un sector muy concreto del mercado laboral, o los intereses de otros ámbitos profesionales cuando se remiten a un sector específico de mercado.

De hecho, estas dos tendencias conviven en las facultades de Bellas Artes actuales, una encaminada hacia la especialización y otra hacia la máxima generalidad. En general, es el alumno/a quien decide el grado de especialización que le conviene, gracias a la oferta de asignaturas optativas ofertadas, por lo que puede elegir entre seguir una línea curricular trazada de antemano, o combinar materias de ambas líneas originando así nuevos perfiles profesionales. Por lo general, esta última opción es la adoptada por los estudiantes que quieren dedicarse a la práctica y el cultivo del arte.

Pero lo primero que deberíamos preguntarnos, teniendo en cuenta que se han desdibujado las fronteras con las que antes distinguíamos las distintas disciplinas (pintura, escultura, dibujo, artes de la imagen, etc.) y que existen nuevos campos de creación y profesiones nuevas relacionadas con la creación multimedia y audiovisual, sería esta: ¿Cómo es el artista hoy? ¿Qué formación demanda?

Una de las competencias más evidentes para los futuros graduados y postgraduados en Bellas Artes será la versatilidad, es decir, el propio descubrimiento de las ocupaciones a las que le pueden corresponder, así como la agilidad en el desempeño de las tareas asignadas.

La mayor parte de las enseñanzas superiores en Bellas Artes de Europa define el perfil del creador artístico como el objetivo prioritario de la formación y como la salida profesional más natural de sus estudios. En Alemania, por ejemplo, una parte de esta formación está orientada claramente a un círculo cerrado formado por artistas, galeristas y promotores culturales. En este sentido, la formación se orienta a desenvolverse y dominar la dinámica de ese mundo. El taller, el estudio del artista, es el centro alrededor del que gira toda la actividad docente. Donde se adquiere las competencias y el saber propio del artista, aunque sea tan sólo por contagio. Otros países prestan atención a las ocupaciones emergentes y la formación empresarial de los artistas. La mayor parte de esas ocupaciones han surgido como hipótesis de salidas profesionales posibles en el contexto del mundo del arte actual o también, de actividades en las que la capacidad creativa del artista constituye el principal valor de cambio.

En realidad, los nuevos medios expresivos no definen aún una salida profesional específica, sino que todos se engloban bajo el término de creativo. La diferencia está en la versatilidad que el conocimiento de esos medios confiere a los creativos en la práctica creativa fuera y dentro del mercado del arte. Como dato relevante, apuntar que la investigación de esos medios se plantea actualmente en los estudios de postgrado. De hecho, no se conoce ningún documento oficial que defina el perfil profesional que debe tener un titulado en Bellas Artes <sup>69</sup>.

---

<sup>69</sup> En el R.D. 1432/1990 (BOE 20 de noviembre) que establecía el título universitario oficial de licenciado en Bellas Artes y las directrices de los planes de estudio, daba una orientación en este sentido.

Por todo ello, se podría considerar al titulado en Bellas Artes como un artista. Pero aunque esto sea así con frecuencia, no podemos generalizarlo ya que el perfil es mucho más amplio. En este caso, las opciones son muchas y los perfiles profesionales vinculados al desarrollo de las artes visuales en el sentido más amplio posible están aún por definirse como tales. El titulado en Bellas Artes se suele caracterizar como un profesional libre que ejerce su labor como un trabajador por cuenta propia (autónomo o empresario), o por cuenta ajena para empresas públicas o privadas, encuadrándose en equipos individuales o pluridisciplinarios. Puede realizar acciones, actuaciones e intervenciones que tienen que ver con la creación, exhibición, difusión, enseñanza, evaluación, crítica y gestión de manifestaciones relacionadas con la expresión del pensamiento plástico y visual.

Algunas de las profesiones que son desarrolladas actualmente por los titulados en Bellas Artes son los siguientes:

- Creación artística (artista plástico en todas las técnicas y medios creativos)
- Creativo en el ámbito audiovisual y de las nuevas tecnologías.
- Escultura pública, espacios naturales y paisajísticos.
- Experto cultural, asesoría y dirección artística.
- Profesor (docencia y educación artística).
- Otros especialidades profesionales artísticas como:
  - Ilustrador
  - Comic
  - Animación
  - Diseño y montaje de stands y exposiciones.
  - Escenografía o diseño efímero.
  - Diseño y construcción de parques temáticos.
  - Diseñador gráfico y web
  - Maquetador web

- Escultura digital
- Imagen digital
- Expertos entornos virtuales como:
  - Simulación tridimensional
  - Realidad virtual
  - Realidad aumentada
  - Modelador 3D
  - Iluminador 3D
  - Diseño de videojuegos

También es cierto que los profesionales que desempeñan las profesiones más vanguardistas de este listado han tenido que formarse complementariamente para poder desarrollar estas competencias a nivel profesional. Esta formación específica principalmente proviene de enseñanzas no regladas aún y mediante másteres de postgrado, es decir, que la formación adquirida en las facultades no era suficiente para abarcar muchas de las profesiones donde actualmente se están demandando licenciados visuales y artísticos. Por todo ello, se necesita una formación amplia y generalizada en la práctica artística visual, de forma que pueda abarcar distintas modalidades y aplicaciones, tanto autónomas como multidisciplinares.

Fundamentar el conocimiento teórico disponible sobre la mecánica del pensamiento artístico y su complejidad semántica, abordable desde dos enfoques teóricos: el formal y morfológico (relacionado con el análisis de formas, el uso de materiales, técnicas, procedimientos y medios de expresión, etc.) y el pragmático o psicosocial (relacionado con el estudio de contextos, funciones, convenciones culturales, sociolectos, efectos emotivos y cognitivos de la experiencia estética, etc.). Englobando tanto las técnicas tradicionales como las nuevas técnicas, los nuevos procesos y los nuevos medios que hoy en día son demandados por la sociedad y cada vez más exigidos por los distintos sectores profesionales.

Como consecuencia de ello, es evidente que resulta primordial, para quienes se dedicarán a formar el lenguaje y los valores artísticos, disponer de un análisis de la realidad social, cultural, económica y política. Aunque las facultades de Bellas Artes están orientadas a la formación de artistas, esto no oculta el hecho de que la mayoría de sus licenciados no sólo se dedican a la tarea de ser artistas, incluso que ésta puede representar una actividad complementaria a la profesional. Por ello podemos pensar que un licenciado en Bellas Artes dedicado a la docencia y educación artística debe disponer de ciertas competencias como:

- Conocimientos genéricos en lugar de una gran especialización, ya que las materias que deberá impartir son muy variadas: Dibujo artístico, cartelismo, dibujo para cómic, técnicas de dibujo vectorial, volumen, animación digital, imagen informática, historia del arte, etc.
- La transversalidad de muchas de las actividades docentes provoca que sea muy necesario tener nociones de pintura mural, escenografía, diseño de vestuario, dibujo científico, programación, tecnología, 3D, etc.
- La enseñanza secundaria se desarrolla en las edades comprendidas entre los 12 y los 18 años. Por tanto, conviene tener la capacidad para aplicar los recursos pedagógicos y didácticos más adecuados a cada etapa y edad. Por lo que se requiere tener nociones de pedagogía.
- La situación actual del sector de la enseñanza es complicado: cambios en los planes de estudio frecuentes, reformas oficiales, inestabilidad laboral, etc. Añadido al momento de crisis teórica y práctica sobre cómo se deben afrontar los cambios de actitud de los alumnos: problemas de disciplina, falta de motivación,



dispersión debida a los múltiples estímulos que reciben en la vida diaria, falta de complicidad y consideración de los padres con respecto al profesor, etc.

Esta deberían serle transmitidas en la universidad, quizás no hasta el nivel de una gran especialización, pero si en el sentido de adquirir las competencias necesarias para ser capaz de investigar, probar y proponer nuevas técnicas o nuevas herramientas a sus alumnos, acordes con sus expectativas y con las demandas de la sociedad.

Hoy en día estamos inmersos en una situación un tanto esperpéntica, donde los alumnos tienen más capacidad, disposición y competencias digitales que sus propios profesores. Alumnos a los que se les denomina en los sectores tecnológicos profesionales "*nativos digitales*" es decir, que nacieron cuando la tecnología y los medios digitales ya estaban implantados y asimilados por la sociedad. Han nacido inmersos en esta tecnología, crecen "twiteando", "mensajeándose", conectados al *facebook* o *youtube*, con una amplia cultura visual. Frente a los denominados "*inmigrantes digitales*" en la que estamos todas aquellas personas que conocimos el mundo sin teléfonos móviles, sin internet, sin GPS, sin Cds o pen-drivers, y que intentamos todos los días adquirir esas destrezas -un tanto extrañas-, ya sea por motivos profesionales o por propia motivación. Acercarnos a esos jóvenes para los que la asimilación de estas tecnologías y técnicas es tan sencilla, casi automática.

Pero todavía podemos encontrar en el seno de nuestra sociedad un grupo de personas más, formado por todos aquellos para los que esta tecnología y estos medios se les quedan un poco grandes. Personas que no se han conectado nunca a internet -por que no lo necesitan o porque ya no les interesa- que disponen de teléfono móvil pero sólo para llamar, que no saben qué es un reproductor de mp3 o no utilizan el

correo electrónico. Son los denominados "*analfabetos digitales*", generalmente personas mayores o habitantes de pequeños núcleos urbanos. Personas que cuando empezaron a trabajar no existían los procesadores de texto y se escribía con máquinas mecanográficas y hojas de carbón negro; cuando se clasificaba en carpetas y archivadores; y los teléfonos eran grandes y "alámbricos".

El problema al que nos enfrentamos actualmente no sólo es la falta de consonancia entre las materias y currículos que se imparten actualmente en las universidades y las capacidades y competencias demandadas por la sociedad y los sectores profesionales. Sino que se mezcla con ese conflicto social antes comentado, donde los propios alumnos disponen de destrezas y conocimientos de las que los propios profesores carecen.

### **6.3. Aspectos ontológicos**

En el mercado de software existen muchos programas que permiten crear representaciones tridimensionales avanzadas que generan perspectivas realistas de las formas creadas, incorporando las incidencias, la reflexión y la refracción de la luz solar y/o artificial. Con gran variedad de materiales, texturas y transparencia. Que permiten generar películas con recorridos virtuales a través del espacio creado, e incluso imágenes estereoscópicas que permiten visualizar con lentes especiales el espacio con mayor realismo y apariencia real. Con estos programas el modelador, ya sea un profesional o un estudiante, puede enfrentarse a un método de creación y construcción diferente a la utilizada hasta ahora. Puede manipular virtualmente las formas de forma muy parecida a la realidad, modificar los espacios con relativa

facilidad en comparación con un boceto o una obra construida, modificar las variables que inciden directamente en la percepción de la misma como las proporciones, la posición, la luz, el color, los materiales y las texturas.

Este tipo de programas ya se utiliza de forma habitual, en algunas prácticas docentes con aplicaciones informáticas, pero la mayor parte del tiempo y esfuerzo se emplea en aplicar los comandos de dibujo de forma muy técnica, en una estructura secuencial lineal fija, en la que cada estudiante se enfrenta a la misma estructura de enseñanza, al mismo tipo de ejercicios, a la misma secuencia de instrucciones y a la misma forma de evaluación.

El método consistiría es estimular el desarrollo de actitudes y habilidades de pensamiento que incrementen la capacidad de explorar, descubrir y aplicar conocimientos en actividades de creación de modelos tridimensionales mediante un aprendizaje autónomo, sustentado por un enfoque heurístico y en los principios constructivistas sobre el aprendizaje humano.

Según el enfoque educativo Heurístico, el aprendizaje se produce por el descubrimiento repentino a partir de situaciones experienciales y conjeturales, por la búsqueda de aquello que interesa aprender. Con el enfoque algorítmico (conductista) el aprendizaje era el resultado de la "transmisión del conocimiento" por parte del profesor al alumno, según una estructura y orden predeterminado. El alumno se convierte en receptor pasivo de los conocimientos y modelos de pensamiento del maestro. En el enfoque heurístico (constructivista), el conocimiento no lo proporciona el maestro directamente al alumno, sino que éste debe llegar al conocimiento a partir de la experiencia, creando sus propios modelos de pensamiento, en un ambiente de aprendizaje propicio. Este

tipo de aprendizaje es muy susceptible de utilizar con aplicaciones de modelado 3D, siguiendo este enfoque constructivista, acompañados de estrategias que permitan al estudiante desarrollar sus capacidades de autogestión del acto de aprendizaje.

Estas estrategias básicamente serían:

- Crear ambientes educativos bien planteados, completos, con objetivos bien definidos.
- Aprender de los errores.
- Diferenciar entre la transmisión pura de las experiencias y la de sus interpretaciones, para ayudar al estudiante a construir sus propios modelos de pensamiento.
- Identificar contextos donde las habilidades serán aprendidas y aplicadas.
- Incentivar el autocontrol y la capacidad para manipular la información.
- Estimular al alumno a utilizar activamente lo que aprende.
- Representar la información de formas diferentes.
- Retomar el contenido en distintos momentos, en otros contextos reestructurados, para propósitos diferentes desde perspectivas conceptuales diferentes.
- Desarrollar el uso de habilidades para resolver problemas.
- Estimular la producción de formas alternas de representar problemas.

- Presentar situaciones novedosas que difieran de las condiciones de la instrucción inicial.
- Estimular la comunicación y colaboración.

Por tanto, la transformación de los principios o estrategias que regulan la enseñanza del arte resultaría prioritaria. La investigación de las técnicas y procedimientos, tan determinante años atrás, quedaría relegada a un segundo plano. Los docentes deberán asimilar no sólo las prácticas artísticas más recientes, sino las metodologías, ideologías y los condicionantes sociales que han provocado esas obras.

Como parte de este proceso, también habrá que establecer un ámbito concreto, diferenciador, para la práctica artística en la sociedad actual, tan proclive a la estandarización y la homogeneización. No podemos olvidar el carácter mediático de toda manifestación pública (sea del tipo que sea), al igual que la necesidad de distinguir entre producción de consumo y producción cultural y artística.

Además, con la amplia difusión que hoy en día tienen las tecnologías digitales y las técnicas virtuales, la facilidad para acceder a ellas y la gama de posibilidades que ofrecen para la creación, deja antiguas las tradicionales distinciones entre las artes, los géneros, estilos, autor y espectador, etc. carentes de contenido, de sentido, vacías. Es preciso -y urgente- una revisión profunda de lo que hasta ahora considerábamos como nuestra base ontológica en este sentido. El arte supone un medio excepcional para integrar la tecnología en el ámbito social y personal, un medio para humanizarlo, para imbuirlo de sentido, para unificarlo con el resto de nuestra tradición cultural, para evitar que quede restringido exclusivamente al utilitarismo y consumismo. Pero esto no quiere decir que se tienen que producir obras mediante tecnología digital, sino desde el planteamiento de las mismas obras como objetos de reflexión.

El proceso de convergencia que propone el EEES constituye una oportunidad excepcional para este replanteamiento de las directrices de la enseñanza artística superior. Aspectos como la movilidad, la internacionalización y la calidad se consideran prioritarios. Aspectos precisamente poco tratados en los objetivos metodológicos tradicionales.

Respecto a la investigación, así como las competencias a desarrollar por los alumnos, no están, a nivel general, igual de desarrolladas que en las áreas de conocimientos no artísticas. Las titulaciones en BBAA exigen un gran esfuerzo en este sentido, acrecentado por la creciente complejidad de la creación artística actual, por las actuales salidas profesionales entorno al mundo de la imagen y sus tecnologías, y por el replanteamiento de las funciones que las instituciones de enseñanza artística tienen actualmente.

En este sentido, es interesante destacar el papel que los licenciados en BBAA tienen en ciertos sectores laborales, compartiendo conocimientos con otros licenciados en disciplinas no artísticas. Este punto -las salidas profesionales- es fundamental en el planteamiento de la reforma propuesta por la EEES, por lo que estas coincidencias y modernas hibridaciones deberían tenerse en cuenta en las futuras orientaciones de las enseñanzas artísticas.

Hemos llegado a la situación en la que algunos talleres actuales de arte, conferencias, seminarios, o grupos de trabajo impartidos por centros no reglados, ofrecen ofertas educativas artísticas de mayor calidad que los centros oficiales. Además, con mayor flexibilidad para saberse adaptar a las demandas del mercado y los usuarios. Esta filosofía debería ser asimilada por la universidad se quiere erigirse como el baluarte de la formación más exigente y la investigación más útil y rigurosa. Quizás, también, mediante el planteamiento de colaboraciones con estos centros.



## 7. Conclusiones

El objetivo fundamental de esta tesis era determinar si las tecnologías digitales y virtuales podían constituirse como herramientas susceptibles de ser empleadas por un escultor. Como complemento a este objetivo, se planteaban cuestiones como saber si estas tecnologías están suficientemente representadas en el currículo de la enseñanza universitaria superior y si ese se ajusta a las expectativas que alberga tanto la sociedad como los propios alumnos universitarios.

En las páginas de este trabajo se han mostrado numerosos y heterogéneos ejemplos de representaciones escultóricas realizadas mediante técnicas digitales y virtuales de artistas que trabajan en distintos puntos del planeta. Algunas figurativas y otras más conceptuales o abstractas, pero todas bajo el prisma de emplear este tipo de técnicas y herramientas digitales en todo o parte del proceso creativo y/o productivo. Algunos/as artistas las emplean sólo para crear y diseñar la forma, otros/as tan sólo para traspasarla al material definitivo.

Es evidente que algunas de las formas representadas en estos ejemplos (distorsiones planares, deformaciones, estereolitografías, sinterización láser, morphing, anamorfosis) son más fáciles de realizar con el uso de los ordenadores y técnicas digitales que mediante técnicas tradicionales. En muchos casos, no podrían realizarse de forma tradicional o serían excesivamente complicadas y costosas.

Algunas de ellas no dejan de ser permutaciones de conceptos muy usados, incluso desde hace cientos de años, como los mandalas, los dibujos *zellij* –dibujo geométrico abstracto típico de la cultura árabe–, las perspectivas renacentistas, *Escher* o el arte óptico de *Yacov Agam* ó *Victor Vasarely*. *Leonardo da Vinci* creó una serie de representaciones de poliedros regulares en “*De Divina Proportione*” publicado en 1509.



Probablemente, aunque puede haber muchas razones para ello, aún nos encontramos en una fase de investigación y experimentación en la que, ante una nueva tecnología que alberga tantas posibilidades para tantos campos y actividades profesionales – desde las científicas y médicas hasta las artísticas- provoca que atraiga a personas de la más diversos intereses y formación. Es una disciplina que reúne tanto elementos científicos o tecnológicos, como expresivos. Quizás esta sea la razón por la que podemos encontrarnos físicos o matemáticos realizando permutaciones o distorsiones 3D con artistas de vanguardia que buscan nuevos medios de expresión.

Se critica a las obras creadas mediante tecnologías digitales por el hecho de parecerse todas un poco, como si el resultado fuese siempre el mismo o muy parecido, como si las herramientas digitales careciesen de verdadera creatividad. Esto es cierto sólo en parte: La creatividad no es una característica de una herramienta determinada, está en la mente del creador. Las herramientas son una ayuda, una extensión de nuestro cuerpo que nos facilitan realizar ciertas tareas que con nuestros miembros no podríamos. Nos ofrecen posibilidades para tratar con la materia. El cincel y la gradina no tienen creatividad ninguna por sí mismos, es el escultor el que guía con sus manos la herramienta y consigue dominar el material. Con las herramientas digitales sucede lo mismo. El hecho de jugar con ellas da como resultado ciertas formas, muchas de ellas similares, pues en definitiva, las opciones son para todos las mismas: cortar, girar, extruir, deformar, reflejar, invertir, estirar, etc. Si no salimos de ese juego básico, exprimiendo las posibilidades que esas herramientas o el material nos ofrecen, aplicando conceptos nuevos, sentimientos o emociones, tampoco obtendremos un resultado mínimamente creativo.

La facilidad con la que cualquier persona puede adquirir y utilizar esta tecnología puede ser otro factor determinante para que personas de tan

variada formación se acerque a ella. Creo que esto, lejos de perjudicar a la escultura como concepto artístico, lo enriquece. El tiempo y la evolución de la sociedad establecerá los que permanezcan y los que no.

*“Lo virtual no es, en modo alguno, lo opuesto a lo real, sino una forma de ser fecunda y potente que favorece los procesos de creación, abre horizontes, cava pozos llenos de sentido bajo la superficie de la presencia física inmediata.”*<sup>70</sup>

En realidad, seguimos ejecutando ese proceso de objetivación y subjetivación que nos ha permitido evolucionar hasta donde estamos. Proceso mediante el que hacemos nuestro aquello que inicialmente no comprendemos, para después utilizarlo en nuestro propio beneficio o para nuestra propia expresividad. Para valorarlo en función de su utilidad o por su belleza. Este proceso de interiorización, de convertir todo en emociones constituye una virtualización del entorno. La diferencia es que la tecnología ahora nos permite establecer esta relación en ambas direcciones, no “de lo externo” a “lo interno” como hasta entonces. La virtualización no es un mundo falso e imaginario, es la propia dinámica de la humanidad, con sus aciertos y sus fracasos.

---

<sup>70</sup> LEVY, Pierre. “¿Qué es lo virtual?”. Barcelona. Ed. Paidós. 1999. (pág. 8).

Las tecnologías digitales, sin menospreciar la ingente variedad y riqueza de las obras creadas anteriormente a lo largo de toda la historia, constituyen una herramienta muy interesante para la creatividad escultórica. En primer lugar por la libertad absoluta para crear, lejos de las limitaciones del material, para deformar, transformar y deshacer lo realizado frente a la imposibilidad de deshacer pasos de los medios tradicionales; pero también por ampliar nuestros sentidos perceptivos, en cuanto a previsualizaciones finales, puntos de vista para ver la obra, probar distintos materiales, situaciones ambientales o iluminaciones, o simplemente por permitir que nuestro mundo imaginario cobre vida. Así pues, se puede afirmar que:

1. La virtualización no es un concepto nuevo, forma parte del proceso de subjetivización que hemos empleado siempre.
2. La tridimensionalidad, desde el punto de vista espacial, un puro concepto virtual.
3. Las técnicas digitales y virtuales amplían las posibilidades creativas del escultor.
4. Las técnicas de modelado 3D imitan el flujo de trabajo de la escultura tradicional.
5. El concepto de lo que actualmente es escultura está cambiando.
6. Los materiales digitales y sus técnicas asociadas, apenas han sido explotados con fines escultóricos.
7. La educación superior de las Bellas Artes no contempla adecuadamente la complejidad de la creación artística actual.
8. Las nuevas orientaciones profesionales que la sociedad actual está demandando están poco reflejadas en las metodologías de la enseñanza universitaria.

Son pocos los escultores que utilizan todas las herramientas virtuales presentadas como susceptibles de ser empleadas para la escultura. La mayoría sigue realizando sus bocetos en barro o yeso para luego escanear esa pieza en 3D y procesarla, distorsionarla o directamente producirla en un material definitivo mediante alguno de los procesos mecánicos automáticos. No he encontrado ningún escultor que realizase sus piezas desde un principio mediante algún software de modelado 3D y luego las produjera también digitalmente, es decir, la escultura digital no ha pasado del mero traspaso mecánico. Quizás las razones sean diversas, por un lado está el desconocimiento de todas las técnicas que existen y la conveniente selección de las más idóneas para un determinado trabajo escultórico. Este proceso puede requerir un tiempo del que muchas veces no se dispone. También existe el problema del coste. Las empresas que en España se dedican a este tipo de producciones no están muy extendidas y, lamentablemente, no son conocidas en el ámbito artístico.

Resulta muy interesante que algunos artistas desechen totalmente la producción física de la obra, exploran nuevos campos, estableciendo nuevas corrientes para el arte digital y escultórico. La tangibilidad en sus obras se ciñe tan sólo al soporte necesario para que su obra pueda ser mostrada, en ocasiones no es ni física. En la mayoría de los casos, estas obras son de difícil clasificación, reduciéndose a un criterio personal el considerarlas escultura u otro tipo de obra. Sirvan como ejemplo las obras de *Theo Jasen*, *U-Ram Choe* o *Sachiko Kodama*. Esto redundaría en esa clasificación clásica de la que hablábamos, en las que resulta muy difícil encasillar la mayoría de estas obras que hoy se producen dada la transversalidad de las disciplinas y el abandono de ciertas técnicas y materiales a favor de otros.

Actualmente, se están utilizando prioritariamente los procesos y técnicas que reducen trabajo al escultor, es decir, la talla, el pulido, la fundición, etc. Probablemente la razón esté más vinculada a las limitaciones que la propia tecnología nos impone que por deficiencias en la creatividad o la conceptualización. Pero, hoy en día, la tecnología no permite representar totalmente una escultura de forma virtual. No podemos liberarla de su soporte digital, no es exenta. No podemos movernos alrededor de ella o examinar sus matices o texturas fuera de los soportes técnicos que la contienen. Probablemente, esa es la última frontera que nos falta por traspasar.

Si los desarrollos técnicos actuales, basados en desarrollos espaciales euclidianos, nos han permitido utilizar las herramientas y los programas que han hecho posibles los resultados hasta ahora obtenidos ¿Qué podríamos desarrollar con programas 3D basados en desarrollos espaciales no-euclidianos?

La mayoría de los artistas representados en estas páginas que utilizan estas tecnologías están ubicados en los EE.UU. La razón es sencilla: Esta tecnología fue desarrollada en la costa este de los EE.UU. en la región de California. Muchos de los casos estudiados provienen de allí o de Nueva York, como ciudad aglutinante de todos los movimientos que se producen en aquel país. Me ha llamado poderosamente la atención que casi todos son profesores de escuelas de arte de distintas universidades, con una vinculación importante con empresas de desarrollo. Y muy preocupados en hacer llegar esa tecnología a sus alumnos, proveyéndoles de medios para la experimentación a la que muy pocos artistas del resto del mundo puede acceder. Considero que es un brillante punto de partida para iniciar ese camino de adecuación que tantas veces se menciona en este escrito.

También tiene una importancia determinante el hecho de tratarse de conceptos nuevos, complejos, en muchos casos no definidos o definidos con ambigüedad. Conceptos que implican un cambio ontológico profundo en lo que hasta ahora se ha entendido por escultura. Conceptos como materia, volumen, espacio, forma, etc. tan extendidos y utilizados en todo escrito sobre escultura, adquieren una nueva y distinta dimensión al inscribirlos a un entorno virtual donde el material es intangible y donde el volumen o la forma no son más que unos puntos imaginarios en un espacio –el informático– que a cualquier persona le cuesta no comprender, sino incluso imaginar.

Quizás este cambio de mentalidad sea algo más difícil para los escultores más tradicionales, los más aferrados a la materia física. El hecho de ser técnicas poco conocidas por estos escultores y más alejadas de sus planteamientos, puede provocar no vean la necesidad de comenzar ahora a aprender todo lo necesario.

Porque el software 3D es complejo, tanto de entender como de dominar. El proceso de aprendizaje es lento, costoso. Y muy sujeto a cambios, a evoluciones, a la sustituciones de unas aplicaciones por otras. Por lo que se necesita mucho tiempo y esfuerzo hasta adquirir las destrezas necesarias, aunque el modelado 3d siga el flujo de trabajo de la escultura tradicional, aunque lo único que cambia es la materia y las herramientas para tratarla, el aprendizaje requiere un esfuerzo importante.

Pero la forma en la que se produce el conocimiento hoy en día también está cambiando: El aumento de comercio global, la mayor demanda de conocimiento y su difusión, la diversificación de funciones, la continua subdivisión del conocimiento cada vez más compleja y sofisticada, etc.

suponen un desafío muy importante para la sociedad. Los avances tecnológicos actuales y el aumento de la competencia, ha provocado un desplazamiento del trabajo manual a trabajos en los que priman habilidades completamente nuevas, de tipo intelectual. Nuestra sociedad actual dispone de todos los medios posibles para utilizar cualquier técnica y material de cualquier parte del mundo. Los recursos intangibles son cada vez más importantes.

Por otro lado, a pesar de que las estructuras económicas se están sometiendo a estas transformaciones, las educativas se están quedando atrás. El paradigma educativo se sigue centrando en “qué” aprenden los alumnos en lugar de “cómo” utilizan o pueden utilizar esos conocimientos adquiridos. Algunos investigadores tratan de hacernos ver estos cambios sociales como Ken Robinson <sup>71</sup>.

Aunque algunas universidades y segmentos educativos intentan adaptarse a estos cambios, las necesidades de los mercados y los profesionales cambian a mayor rapidez que la capacidad de respuestas de estas instituciones. Un buen ejemplo de ello es el uso de la tecnología, su diversificación y permanente actualización. Y sobretodo, la evolución de las demandas profesionales a las que hoy en día asistimos. Las profesiones que hace unos años estaban completamente definidas y estandarizadas sus funciones y tareas, hoy en día han caído en desuso o requieren una adaptación a las circunstancias del mercado actuales. Hoy en día, tener una titulación no es una garantía para

---

<sup>71</sup> Para ver la conferencia de Ken Robinson sobre el cambio de paradigma educativo:

[http://www.youtube.com/watch?v=Z78aaeJR8no&feature=player\\_embedded#!%C3%A7](http://www.youtube.com/watch?v=Z78aaeJR8no&feature=player_embedded#!%C3%A7)

obtener un trabajo. No sabemos cómo será el mundo dentro de cinco años, ni qué empresas triunfarán o se hundirán ¿cómo podemos suponer que la formación que hoy damos y recibimos va a sernos útil entonces? ¿Y dentro de 20 años?

*“Después de todo, la universidad no sólo debe atender a los problemas que apremian al presente, sino que debe ofrecer también, tanto a los estudiantes como a la sociedad en general, una demostración del alcance de la mente del hombre.” <sup>72</sup>*

No sólo debemos adaptarnos a las imposiciones de la sociedad, sino que tenemos que entender que la mayor parte de la información que se generará en el futuro ya no se hará de forma escrita.

Hoy en día, todos estamos siendo asediados continuamente por multitud de estímulos, por un gran volumen de información que intenta captar nuestra atención (anuncios publicitarios, televisión, Internet, teléfonos móviles, ordenadores, programas informáticos, paneles luminosos, videojuegos, etc.). El sistema educativo actual fue diseñado y concebido para una época muy diferente a la actual, en la que la economía y la racionalidad eran el paradigma consolidado. Pero insuficiente para la sociedad actual. Y demasiado restrictivo y encorsetado para algo tan poco razonable y deductivo como la experiencia estética. Todos esos estímulos antes mencionados también pueden participar de experiencias

---

<sup>72</sup> EISNER, Elliot W. “Educar la visión artística”. Barcelona. Editorial Paidós. 1995. (pág. 228)



estéticas. Son considerados campos artísticos y requieren de cierta dosis de creatividad, pero no son muy tenidos en cuenta en la formación tradicional artística.

No crecemos adquiriendo creatividad, sino perdiéndola. El sistema educativo actual no premia la creatividad, sino la repetición memorística. Un niño de cinco años es mucho creativo e imaginativo que uno de diez, y este más que uno de quince. Los planes de estudio están estandarizados, las pruebas evaluativas también. No permiten opciones, otros planteamientos, individualizaciones o perspectivas diferentes. Hay una única solución, y es impuesta. Pero estéticamente, hay muchas formas de responder a una misma cuestión, como hay muchas formas de plantearla. ¿Cómo resolvemos esto?

La formación artística superior en España se centra en formar creativos, de forma genérica, pero supeditadas a la clasificación de las artes más tradicional. Se trataría de adaptar las metodologías a los intereses de los alumnos y expectativas del mercado laboral y no al revés, fomentando la creatividad interdisciplinar. Porque sólo mediante la creatividad podremos adaptarnos a esta sociedad en continua evolución. Sólo creativamente podremos transformar los conocimientos de los que disponemos en otros que necesitamos, identificando las deficiencias y visualizando el proceso.

Esta renovación debería incidir especialmente sobre la adecuación de las técnicas y procesos que se imparten en la educación superior de las Bellas Artes –y concretamente de la escultura- ante la complejidad de la creación artística actual, así como hacía orientaciones profesionales más acordes a las demandas de la sociedad actual. Ya que la rápida evolución de las prácticas visuales no se ha visto suficientemente reflejada en las metodologías de la enseñanza superior oficial.

Hoy en día se asume que la colaboración es uno de las mejores fuentes de aprendizaje y enriquecimiento personal. Saber ver, para saber hacer. Lo que se aprende desde la experiencia no se olvida. Es una de las recomendaciones más firmes que establece el Espacio Europeo de Enseñanza Superior. Así como centrar el proceso de aprendizaje en el alumno, y de forma continua lo largo de su vida.

Los talleres de creación centrados en la escultura, pero desde la perspectiva más amplia posible (arte digital, bioarte, cinética, robótica, software art, materiales tradicionales producidos con técnicas digitales, etc.) pueden constituir un factor muy importante en la estimulación la creación. Mediante seminarios de muy diversa temática, totalmente interdisciplinar (informática, mecánica, etc.), concursos de ideas, difusión de obras, visitas de artistas, exposiciones, etc. Así como las colaboraciones o asociaciones con centros de investigación o formación avanzada de las más diversas disciplinas.

*“En la configuración de las relaciones espaciales propiamente dicha, se articula cada vez con mayor frecuencia una percepción del mundo, desconocida hasta ahora que trata de superar las vinculaciones reales con la tierra. Los medios representativos y los materiales se subordinan a este fin. Por ejemplo, las primitivas esculturas de Picasso, Laurens, Duchamp-Villon, Bocioni, Tatlin, Malevish, Gabo o Pevsner muestran con toda claridad que toca a su fin el predominio del objeto macizo y fijo y el espacio homogéneo y continuo que había sistematizado la perspectiva científica.”<sup>73</sup>*

---

<sup>73</sup> ALBRECHT, Hans Joaquin. “Escultura del s. XX. Conciencia del espacio y configuración artística”. Barcelona. Ed. Blume. 1981. (pág. 154).

Los materiales y las técnicas están y estarán en continua evolución. Lo que implica que los procesos, las soluciones y las posibles manifestaciones a conseguir también lo están. Pero quien pretenda enseñar una disciplina así, no tiene porqué ser un especialista en animación o programación 3D. Debe ser una persona permanente actualizada en los programas y las nuevas funcionalidades que vayan apareciendo. Una persona experta en manejar escenarios espaciales virtuales, que domine el volumen tridimensional, capaz de discernir si las nuevas funcionalidades o aplicaciones que vayan apareciendo son aptas para la creatividad escultórica o no. Abierto a nuevas tendencias e ideas, a los nuevos movimientos filosóficos y psicológicos que tratan de reestablecer el significado de los objetos y su nueva relación con el hombre. Pero impregnado de toda nuestra tradición cultural.

Sería muy interesante y conveniente iniciar una investigación futura en torno a cómo integrar todos estos conceptos en un currículo de enseñanza universitaria en escultura. Atendiendo no sólo a las demandas del mundo laboral, sino a las sugerencias que el Tratado de Bolonia impone. Las disciplinas artísticas pueden constituir un modelo a seguir, ya que los preceptos que caracterizan el EEES son fácilmente aplicables a las disciplinas artísticas, donde su propia idiosincrasia facilita la integración del trabajo colaborativo, el planteamiento de proyectos y el fomento de la transversalidad. Pero es imprescindible que se adapte a la complejidad de la creación actual, sin olvidar toda la tradición que la enriquece. También se debería incluir qué destrezas y conocimientos debe tener la persona que orienta a esos alumnos en su proceso de aprendizaje. O cómo se forman o se adaptan a esta nueva realidad en la que las profesiones que laboralmente se están demandando, no existían cuando se formaron.

El concepto de lo que es escultura está cambiando. Creo que nos hallamos en una fase inicial, experimental, de un proceso que va a dar la vuelta como a un calcetín a la forma de hacer y entender la escultura. Nos encontramos en un periodo de ensayo, de exploración de las posibilidades. Cuanto más amplias sean las manifestaciones, más radicales, extremas o diferentes los productos que se generen siempre será positivo. Positivo y enriquecedor. Porque esto dará ideas a otros artistas, haciéndoles plantearse sus objetivos, analizar sus ideas, y ampliando sus horizontes finalmente. A nosotros nos corresponde decir dónde está y qué será de ahora en adelante. Tenemos ante nosotros un mundo fascinante por descubrir, lleno de posibilidades.

Lo virtual adquiere todo un universo nuevo de matices y expresiones. Forma y Materia han supuesto siempre un tándem indestructible. No podíamos pensar una forma sin materia, ni una materia sin forma. Pero ahora, la Forma se ha independizado de la Materia.



## 8. Fuentes de Información

### 8.1 Bibliográfica

- ADORNO, Theodor W. "Teoría estética". Madrid, Ed. Akal, 2004. ISBN: 9788446016700
- ALBRECHT, Hans Joaquín. "Escultura en el siglo XX. Conciencia del espacio y configuración artística". Barcelona, Ed. Blume. 1981. ISBN: 84-7031-271-5
- ARNHEIM, Rudolf. "Arte y percepción visual". Madrid, Ed. Alianza Manuales, 1999. ISBN: 9788420678740
- AA.VV. "La educación encierra un tesoro". Dirigido por Jacques Delors. Paris. Ediciones UNESCO, 1995. ISBN: 92-3-303274-4
- AA.VV. "Libro Blanco. Títulos de Grado en Bellas Artes, Diseño y Restauración". Ed. Aneca. 2004
- AA.VV. "Realidad Virtual. Visiones sobre el ciberespacio". Editado por Sánchez Navarro, Jordi. Barcelona. Ed. Devir Contenidos, 2004
- AA. VV. "Tecnología de la Educación". Madrid, Santillana. 1991
- BLANCO FERNÁNDEZ, Julio Y SANZ ADÁN, Félix. "CAD.CAM: gráficos, animación y simulación por computado"r. Madrid, Ed. Paraninfo, 2002. ISBN: 8497320778

- BACHELARD, Gastón de. "La poética del espacio". Méjico, Ed .F.C.E., 1986. ISBN: 9789681609238
- BAZIN, G. "Historia de la Escultura Mundial. Panorámica ilustrada de la prehistoria a nuestros días". Barcelona, Ed. Blume, 1972. ISBN: 84-7031-169-7
- CASTELLS, M. y otros. "El desafío tecnológico. España y las nuevas tecnologías". Madrid, Alianza Editorial, 1986. ISBN: 84-206-9526-2
- CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. "Creatividad. El fluir y la psicología del descubrimiento y la invención". Barcelona, Ed. Paidós, 1996. ISBN: 84-493-0510-1
- DORFLES, Gillo. "El devenir de las artes". Méjico. Ed. Fondo de Cultura Económica. 2001. ISBN: 968-16-0927-1
- EINSTEIN, Carl. "La escultura negra y otros escritos". Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 2002. ISBN: 84-252-1908-6
- EISNER, Elliot W. "Educar la visión artística". Barcelona - Buenos Aires -Méjico, Ed. Paidós, 1995. ISBN: 84-493-0146-7
- FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, M. C. "La imagen tridimensional". Sevilla, Ed. Mergablum, 2001. ISBN: 84-95118-42-4
- FLYNN, Tom. "El cuerpo de la escultura". Madrid, Ed. Akal, 2002. ISBN: 84-460-1154-9
- GIBBONS, Michael, LIMOGES, Camilla, NOWOTNY Helga, SCHWARTZMAN, Simon, SCOTT, Meter y TROW, Martín. "La nueva producción de conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas". Barcelona, Ediciones Pomares-Corredor, 1997. ISBN: 84-87682-28-6

- GUILFORD, J.P. y otros. "Creatividad y educación". Buenos Aires, Editorial Paidós, 1978.
- HEIDEGGER, Martin. "El arte y el espacio". Barcelona, Herder Editorial, s.l. 2009. Traducido por Jesús Adrián Escudero. ISBN: 978-84-254-2646-9
- KANDINSKY, Vasili. "De lo espiritual del arte". Barcelona, Ed. Paidós, 2008. ISBN: 978-84-493-0315-9
- KOFFKA, Kurt. "Principios de la psicología de la forma". Buenos Aires, Ed. Paidós, 1973
- KRAUSS, Rosalind E. "Pasajes de la escultura moderna". 1ª edición Rosalind E. Krauss. 1977 (Traducido por Alfredo Brotons Muñoz). Edición utilizada: Madrid, Ediciones Akal, 2002. ISBN: 84-460-1141-7
- KUHN, Thomas S. "La estructura de las revoluciones científicas". Méjico, Fondo de cultura económica, 1984. ISBN: 84-375-0046-X
- KUSPIT, Donald, V. GANIS, William y otros. "Arte digital y videoarte. Transgrediendo los límites de la representación". Madrid, Ed. Pensamiento, 2006. ISBN: 84-86418-60-7
- LESSING, Gotthold Ephraim. "Laoconte". Madrid, Editorial Tecnos, S.A. 1990. ISBN: 84-309-1770-5
- LÉVY, Pierre. "¿Qué es lo virtual?". Barcelona. Ed. Paidós. 1999 ISBN: 84-493-0585-3
- MARSHALL, McLuhan. "La Galaxia Gutemberg". Barcelona, Ed. Círculo de lectores, 1993. ISBN: 84-8109-009-3



- MERODIO, M<sup>a</sup> Isabel. "Didáctica de las Artes Plásticas". Madrid. Ed. ICE de la Universidad Complutense. 2005. ISBN: 84-8198-419-1
- MIDGLEY, Barry (Coord.): "Guía completa de Escultura, Modelado y Cerámica. Técnicas y Materiales". Madrid, Ed. Hennann Blume, 1993.  
ISBN: 9788487756290
- MUNARI, Bruno. "¿Cómo nacen los objetos?" Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 1993. ISBN: 9788425211546
- MUNARI, Bruno. "Diseño y comunicación visual". Barcelona, Gustavo Gili, 1979. ISBN: 9788425212031
- NISBET, John y SHUCKSMITH, Janet. "Estrategias de aprendizaje". Madrid, Santillana (Colección Aula XXI), 1987. ISBN: 84-294-2603-5
- QUÉAU, Philippe. "Lo virtual. Virtudes y defectos". Barcelona, Ed. Paidós, 1995. ISBN: 84-493-0185-8
- PENZIAS, Arno. "Ideas e Información. La gestión en un mundo de alta tecnología". Madrid, Ed. Fundesco, 1990. ISBN: 84-86094-69-0
- PLOWMAN, John. "Directorio de escultura" Barcelona, Ed, Acanto, 2007. ISBN: 9788495376718
- RACIONERO, Luís. "Textos de Estética Taoísta". Madrid, Alianza Editorial, 1983. ISBN: 9788420677729
- READ, Herbert. "Educación por el arte". Barcelona, Ed. Paidós educador, 1995. ISBN: 84-7509-180-6
- ROMO, Manuela. "Psicología de la creatividad". Barcelona, Ed. Paidós, 1998. ISBN: 84-493-0357-5

- SELTZER, Kimberly y BENTLEY, Tom. "La era de la creatividad. Conocimientos y habilidades para una nueva sociedad." Madrid, Santillana (Colección Aula XXI), 2000. ISBN: 84-294-6833-1
- SAURAS, Javier. "La escultura y el oficio de escultor". 1ª edición. Barcelona, Ed. Del serbal, s.a., 2003. ISBN: 84-7628-413-6
- SANTAMERA, Camí. "Escultura en piedra". Barcelona, Ed. Parramón, 2000. ISBN: 9788434222816
- TRIBE, Mark y JANA, Reena. "Arte y nuevas tecnologías". Barcelona, Ed. Taschen, 2006. ISBN: 978-3-8228-3039-0
- TSE, Lao. "Tao Te King". (Versión de John C. H. Wu.) 1ª edición New York, St. John's University Press, 1961. (utilizada: Madrid, 13ª edición, 2003).
- WITTKOWER, Rudolf. "La Escultura. Procesos y Principios". Madrid, Alianza Editorial, 1999. ISBN: 9788420670089
- WONG W. "Fundamentos de diseño". Barcelona, Gustavo Gili, 2002.  
ISBN: 9788425216435
- WORRINGER, W. "Abstracción y Naturaleza". Madrid, Fondo de Cultura Económica, 1997. ISBN: 84-375-0431-7

## 8.2 Revistas y publicaciones

- DOSDOCE.COM y EDICIONA. Oct-2008. Digitalización del libro en España. Dosdoce.com.

- GISBERT, M. y otros. 1992. Technology based training. Tarragona: Formador de formadores en la dimensión ocupacional.
- MINISTERIO DE CULTURA. 1986. Cultura y nuevas tecnologías. Madrid: Ministerio de Cultura.
- EDUTEC. Revista electrónica de tecnología educativa. Num.1. Feb-1996. ISSN: 1135-9250

### 8.3 Direcciones de Internet

- Página de G.W.Hart:  
<http://www.georgehart.com/sculpture/sculpture.html>
- Página del artista Bathsheba Grossman:  
<http://www.bathsheba.com/>
- Página del artista Tom Otterness: <http://www.tomotterness.net/>
- Página del artista Tom Otterness donde pueden visualizarse las esculturas instaladas en el subterráneo de Nueva York:  
[http://www.nycsubway.org/perl/artwork\\_show?21](http://www.nycsubway.org/perl/artwork_show?21)
- Página de la artista Elona Van Gent:  
<http://www.elonavangent.com/>
- Página del artista Michael Rees: <http://www.michaelrees.com/>
- Página del artista Michael Rees donde pueden verse videos de las animaciones virtuales generadas conjuntamente con sus obras:  
<http://www.michaelrees.com/Putto2x2x4/animation.html>
- Página de la artista Eva Wohlgemuth:
- [http://nr00226.vhost2.sil.at/E\\_WOHLGEMUTH/index.html](http://nr00226.vhost2.sil.at/E_WOHLGEMUTH/index.html)
- Página de la artista Eva Wohlgemuth donde pueden visualizarse sus proyectos, con acceso al proyecto "System":  
[http://nr00226.vhost2.sil.at/E\\_WOHLGEMUTH/SYSTEMS/index.html](http://nr00226.vhost2.sil.at/E_WOHLGEMUTH/SYSTEMS/index.html)

- Página común de los artistas Claes Oldenburg y Coosje van Bruggen: <http://www.oldenburgvanbruggen.com/>
- Página del artista japonés Keizo Ushio:
  - <http://www2.memenet.or.jp/~keizo/0005.htm>
- Página del artista norteamericano David Roy:  
<http://www.woodthatworks.com/>
- Render y construcción de modelos: <http://www.zcorp.com/>
- Empresa escáner 3D: <http://www.cyberware.com/>
- Digital Stone Project: <http://www.digitalstoneproject.org>
- Proyecto PRISM de la Universidad del Estado de Arizona (Asociación para la Investigación Espacial en Modelado):  
<http://prism.asu.edu/>
- TeleSculpture 2007. Exposición en línea a través del proyecto "PRISM" del laboratorio en la Universidad del Estado de Arizona. Donde un artista digital puede añadir sus propios trabajos para ser visualizados internacionalmente:  
<http://telesculpture.prism.asu.edu/>
- <http://www.dosdoce.com> Es un portal cultural, del Grupo editorial Dosdoce de Comunicación, nació en marzo de 2004 con el propósito de convertirse en un nexo entre todas las entidades del sector cultural, ya sean editoriales, bibliotecas, museos, fundaciones, librerías, centros culturales, etc. Durante este mismo periodo, ha publicado más de 100 artículos de opinión sobre el impacto de la digitalización de los contenidos culturales, la responsabilidad social de las empresas y el impacto de las nuevas tecnologías en el sector cultural entre otros.
- [www.artelista.com](http://www.artelista.com) Portal web que pone a disposición de los artistas la promoción a través de Internet.

## 8.4 Relación de ilustraciones

Se incluye a continuación una relación de las ilustraciones utilizadas para este trabajo. En él se incorporan, cuando se conocen, más datos sobre las obras representadas. Mediante este proceso se pretende no sobrecargar innecesariamente el discurso principal. Las imágenes han sido tomadas de las páginas web públicas donde los artistas muestran sus obras. Cuando se adquieran de otra forma o desde otra ubicación, así se expresará. Dichas imágenes se han tomado para utilizarlas con fines didácticos y de investigación. En ningún caso se pretenden utilizar para comerciar con ellas u obtener beneficio económico alguno.

- *Figura 01: Modelo actual de fresadora CNC.*
- *Figura 02: Ejemplo de un círculo bitmap (izq.) y vectorial (der.)*
- *Figura 03: Representación Plano 2D.*
- *Figura 04: Representación de un plano 3D.*
- *Figura 05: Espacio de trabajo aplicación 3D.*
- *Figura 06: Fase de modelado: Modificación y rotación de un plano.*
- *Figura 07: Superficie definida mediante curvas NURBS y mediante polígonos.*
- *Figura 08: Modificando la superficie mediante puntos y planos.*
- *Figura 09: Modelado una superficie subdividida.*
- *Figura 10: Forma final obtenida en la fase de Modelado.*
- *Figura 11: Fase de texturizado e iluminación.*
- *Figura 12: “Memorial a un matrimonio”. Mármol. Detalle. Patricia Cronin. 2002*
- *Figura 13: Detalles tallado “Memorial a un matrimonio”. Patricia Cronin.*
- *Figura 14: “Memorial a un matrimonio” Mármol. Detalle. Patricia Cronin. 2002*
- *Figura 15 (a y b): Algunas de las esculturas de “Life Underground”. Bronce. Tom Otterness. 2004.*
- *Figura 16 (c y d): “Life Underground”. Bronce. Tom Otterness. 2004.*

- *Figura 17: "The Gardens to The Grand" Grand Rapids, Michigan. Bronce. Tom Otterness.*
- *Figura 18: "El Coqui gigante" en las cuevas del rio Camuy. Bronce. Tom Otterness.*
- *Figura 19: "Hydra". Estereolitografía en epoxi y pantallazo. Elona Van Gent.*
- *Figura 20: "WheelClawsTeeth". Epoxi y pátina. Elona Van Gent.*
- *Figura 21: "Putto 8 2.2.2.2". Epoxi y pátina. Michael Rees.*
- *Figura 22: "2x2x4". Bronce. Michael Rees.*
- *Figura 23: "BodyScan". Proyecto web. Eva Wohlgemuth. 2001-2005.*
- *Figura 24: "BodyScan". Eva Wohlgemuth. 2003.*
- *Figura 25: "BodyScan". Estereolitografía en epoxi. Eva Wohlgemuth. 2001-2005.*
- *Figura 26: "System". Proyecto web. Eva Wohlgemuth. 1989-2001.*
- *Figura 27: "Mistos". Acero y pintura. Barcelona. Claes Oldenburg.*
- *Figura 28: "Clothespin". Acero. Claes Oldenburg.*
- *Figura 29: Máquina estereolitografica. Modelo " viper-3D" de la empresa 3D-systems.*
- *Figura 30: Centro de Sinterizado Láser. Modelo "Spro60sd" de la empresa 3D-systems.*
- *Figura 31: "Campo cuántico X3" de Hiro Yamagata. Paneles holográficos .Museo Guggenheim Bilbao.*
- *Figura 32 y 33: "Reclining Buddha", 1994 y "Piano Piece", 1993. Instalación. Nam June Paik.*
- *Figura 34 y 35: "TV Buddha" Instalación. Nam June Paik. 1976-78*
- *Figura 36 y 37: "Buddha Re-Incarnated" Instalación. Nam June Paik. 1994*
- *Figura 38 y 39: "Drawing Restraint 7 y 9". Fotogramas de película en video. Matthew Barney. 1993-2005.*
- *Figura 40 y 41: "Cremaster 1 y 4". Fotogramas de película en video. Matthew Barney. 1994-2002.*
- *Figura 42: Rayo láser en un espectáculo musical.*
- *Figura 43: "Self". Sangre coagulada y congelada. Marc Quinn. 1991.*
- *Figura 44: "For the love of God". Craneo humano y diamantes. Damien Hirst. 2007*
- *Figura 45: "Vellochino de oro" Taxidermia y oro. Damien Hirst. 2008.*

- *Figura 46: "Morpho Tower". Líquido ferrofluido, software, ordenador y acero. Sachiko Kodama. 2006.*
- *Figura 47: "Protrude, Flow". Líquido ferrofluido, software, ordenador y acero. Sachiko Kodama. 2001.*
- *Figura 48: "Strandbeest" Plástico, tela y nylon. Theo Jansen.*
- *Figura 49: "Strandbeest". Plástico, tela y nylon. Theo Jansen.*
- *Figura 50: "Sabuloso 4". Plástico, tela y nylon. Theo Jansen.*
- *Figura 51: "Mihama". Bronce. Keizo Ushio. 1990.*
- *Figura 52: "Veksolunds garden". Material pétreo. Keizo Ushio. 2005.*
- *Figura 53: "Fire & Ice" Madera. George W. Hart. 1999.*
- *Figura 54: "72 Pencils". Lápices de grafito. George W. Hart. 1999.*
- *Figura 55: "Deep Estructura". Polvo de nylon. George W. Hart. 2000.*
- *Figura 56: "Dan 360" Estereolitografía en epoxi. Dan Collins. 1995*
- *Figura 57: "Of More Than Two Minds" Resina de poliéster. Dan Collins. 1994.*
- *Figura 58: "Emparejados". Lateral y detalle. Resina de poliéster. Barry XBall. 2003.*
- *Figura 59: "Rites of passage" Granito. Jon Isherwood.*
- *Figura 60: "Las cosas no siempre son lo que parecen" Material pétreo. Jon Isherwood. 2003.*
- *Figura 61: Varias vistas de "MG" Acero cromado. Bathsheva Grossman.*
- *Figura 62: "The Gyroid" Acero cromado. Bathsheva Grossman.*
- *Figura 63: "Payphone". Estereolitografía en resina epoxi. Robert Lazzarini. 2002*
- *Figura 64: Estereolitografía en resina epoxi.*
- *Figura 65: "Evolution". Madera y mecanismo reloj. David Roy. 2009*
- *Figura 66: "SkyDance2" Madera y mecanismo reloj. David Roy. 2007*
- *Figura 67: "Evolution" Madera y mecanismo reloj. David Roy. 2007*
- *Figura 68: "Machina". Animación virtual sobre pantalla LCD, computadora y Quicktime video.. Claudia Hart. 2008*
- *Figura 69: "Ophelia" Animación virtual sobre pantalla LCD, madera, software y computadora, pantalla. Tamaño: 127x50 cm. Claudia Hart. 2008*
- *Figura 70: "Pulse-Front". Toronto. Instalación interactiva con proyectores*

escenográficos, sensores, computadora, luces de búsqueda y esculturas de metal. Dimensiones variables. Rafael Lozano-Hemmer. 2007.

- *Figura 71: "Pulse Park". Nueva York. 200 Proyectores de luces teatrales, sensores de ritmo cardíaco incrustados, dimmers digitales, computadoras y software personalizado interacción, paseantes. Rafael Lozano-Hemmer. 2008.*
- *Figura 72: "Pulse spiral" Moscow. Acero, bombillas, sensores de ritmo cardíaco incrustados, dimmers digitales, computadoras y software personalizado. Rafael Lozano-Hemmer. 2008*
- *Figura 73. "Vectorial Elevation ". Proyectores de luces, computadoras y software personalizado. Rafael Lozano-Hemmer. 2002*
- *Figura 74: "Una Lumino" Acero, maquinaria, LED's, CPU, monitor, plástico. 4,2 m de alto, 2,4 m de diámetro. U-Ram Choe. 2008*
- *Figura 75: "Una Lumino". Acero, maquinaria, LED's, CPU, monitor, plástico. 4,2 m de alto, 2,4 m de diámetro. U-Ram Choe. 2008*
- *Figura 76: Concepción del espacio alrededor de la Tierra de Newton y Einstein. Internet.*
- *Figura 77: Funcionamiento de unas gafas 3D. Internet.*
- *Figura 78: "Cloud" (Nube). Acero, cables, reles, software. Troika. 2008*
- *Figura 79: "Cloud" (Nube). Acero, cables, reles, software. Troika. 2008*
- *Figura 80: "Cloud" (Nube). Acero, cables, reles, software. Troika. 2008*
- *Figura 81: "Cloud" (Nube). Acero, cables, reles, software. Troika. 2008*
- *Figura 82: "Cloud" (Nube). Acero, cables, reles, software. Troika. 2008*
- *Figura 83: "Cloud" (Nube). Acero, cables, reles, software. Troika. 2008*
- *Figura 84: "Cloud" (Nube). Acero, cables, reles, software. Troika. 2008*
- *Figura 85: "Kinetic Sculpture" Acero, cables de acero, reles, software. Joe Gilbertson. 2009*
- *Figura 86: "Kinetic Sculpture" Acero, cables de acero, reles, software. Joe Gilbertson. 2009*
- *Figura 87: "Umbra lúnula Opertus" Madera, metraquilato, acero, motores y software. U-Ram Choe. 2008*
- *Figura 88: "Umbra lúnula Opertus" Madera, metraquilato, acero, motores y software. U-Ram Choe. 2008*



## 8.5 Glosario

A continuación, se incluye un listado de términos informáticos y tecnológicos para la mejor comprensión del contenido de esta tesis. En él se incluyen tanto términos empleados en este trabajo como otros que se consideran importantes para la mejor comprensión del mismo.

### Active X

Un software desarrollado por Microsoft y lanzado al mercado en 1997, que permite que programas o contenido sea llevado a computadoras con Windows por medio del World Wide Web. Por ejemplo, poder abrir archivos Word o Excel directamente en el navegador. Los controles Active X tienen muchas libertades dentro del sistema lo cual puede ser inseguro; expertos en seguridad informática recomiendan que no sea usado.

### Adobe

Adobe Systems Incorporated es una empresa de software, fundada en 1982 por John Warnock y Charles Geschke cuando salieron de Xerox Parc. Son los creadores de PDF, y de programas como Photoshop, Illustrator, Acrobat, entre otros. Sitio web: [www.adobe.com](http://www.adobe.com)

### ADSL

Línea de Suscripción Asimétrica Digital. Tecnología que mejora el ancho de banda de los hilos del cableado telefónico convencional que transporta hasta 16 Mbps (megabits por segundo) gracias a una serie de métodos de compresión.

### AIFF

(Audio Interchange File Format) formato de archivos de audio desarrollado por Apple Computer. Se utiliza para almacenar sampleos de alta calidad de audio.

### Ajax

Asynchronous JavaScript And XML. Es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones web interactivas. Así como DHTML, Ajax no es una tecnología en sí, sino un término que se refiere al uso de un grupo de tecnologías juntas, como son por ejemplo: XHTML (o HTML), Javascript, XMLHttpRequest entre otras. La idea es que las páginas sean más dinámicas cargando información del servidor de forma escondida, logrando que la página web no tenga que ser recargada cada vez que un usuario cambia información de un

formulario, por ejemplo. De esta forma se logra que la página web incremente su interactividad, velocidad y usabilidad.

**Algoritmo**

Palabra que viene del nombre del matemático árabe Al-Khwarizmi (780 - 850 aprox.). Define el conjunto de instrucciones que sirven para ejecutar una tarea o resolver un problema. Los motores de búsqueda usan algoritmos para mostrar los resultados de búsquedas.

**Alias**

Apodo o Pseudónimo. Nombre usualmente corto y fácil de recordar que se utiliza en lugar de otro nombre usualmente largo y difícil de memorizar.

**Almacenamiento Primario**

La memoria da al procesador almacenamiento temporal para programas y datos. Todos los programas y datos deben transferirse a la memoria desde un dispositivo de entrada o desde el almacenamiento secundario (disquete), antes de que los programas puedan ejecutarse o procesarse los datos. Las computadoras usan 2 tipos de memoria primaria: ROM (read only memory), memoria de sólo lectura y RAM (Random Access Memory), memoria de acceso aleatorio. Los datos proporcionados a la computadora permanecen en el almacenamiento primario hasta que se utilizan en el procesamiento. Durante el procesamiento, el almacenamiento primario almacena los datos intermedios y finales de todas las operaciones aritméticas y lógicas. El almacenamiento primario debe guardar también las instrucciones de los programas usados en el procesamiento. La memoria está subdividida en celdas individuales cada una de las cuales tiene una capacidad similar para almacenar datos.

**Almacenamiento Secundario**

El almacenamiento secundario es un medio de almacenamiento definitivo (no volátil como el de la memoria RAM). El proceso de transferencia de datos a un equipo de cómputo se le llama procedimiento de lectura. El proceso de transferencia de datos desde la computadora hacia el almacenamiento se denomina procedimiento de escritura. En la actualidad se pueden usar principalmente dos tecnologías para almacenar información: Magnético. (ej. disco duro, diskette) u Óptico. (ej. Algunos dispositivos combinan ambas tecnologías.

**AMD**

El segundo más grande fabricante de microprocesadores, después de Intel. También fabrica memorias flash y circuitos integrados para aparatos para redes, entre otros. Fue fundada en el año 1969 y ha contribuido a que los precios de las PC sean menores por su alta calidad y buenos precios.

**Ancho de Banda**

Bandwidth en inglés. Cantidad de bits que pueden viajar por un medio físico (cable coaxial, par trenzado, fibra óptica, etc.) de forma que mientras mayor sea el ancho de banda más rápido se obtendrá la información. Se mide en millones de bits por segundo (Mbps). Una buena analogía es una autopista. Mientras más carriles tenga la calle, mayor cantidad de tráfico podrá transitar a mayores velocidades. El ancho de banda es un concepto muy parecido. Es la cantidad de información que puede transmitirse en una conexión durante una unidad de tiempo elegida.

**ANSI**

American National Standards Institute - Instituto Nacional de Normas de Estados Unidos.

**ANSI Lumen**

Norma definida por el ANSI para medir el brillo de un monitor. La medida representa el valor medio de 9 puntos en la imagen proyectada en la pantalla.

**Antivirus**

Programa cuya finalidad es prevenir los virus informáticos así como curar los ya existentes en un sistema. Estos programas deben actualizarse periódicamente.

**AOL**

Siglas en inglés de América On-line, es uno de los proveedores de Internet más antiguos de Estados Unidos.

**Apache**

Apache es programa de servidor HTTP Web de código abierto (open source). Fue desarrollado en 1995 y actualmente es uno de los servidores web más utilizados en la red. Usualmente corre en UNIX, Linux, BSD y Windows. Es un poderoso paquete de servidor web con muchos módulos que se le pueden agregar y que se consiguen gratuitamente en el Internet. Uno de sus competidores es Microsoft IIS.

**API**

Del inglés Application Programming Interface. Interfaz de Programación de Aplicaciones. Un juego de rutinas usados por una aplicación para gestionar generalmente servicios de bajo nivel, realizados por el sistema operativo de la computadora. Uno de los principales propósitos de un API consiste en proporcionar un conjunto de funciones de uso general, de esta forma los programadores se benefician de las ventajas del API, ahorrándose el trabajo de programar todo de nuevo.

**Aplicación**

Cualquier programa que corra en un sistema operativo y que haga una función específica para un usuario. Por ejemplo, procesadores de palabras, bases de datos, agendas electrónicas, etc.

**Apple**

Empresa fundada en 1976 por Steve Wozniak y Steve Jobs. Fue una de las empresas pioneras de las computadoras personales en los años 80 con su serie Apple II y luego Macintosh, pero tuvo una decaída básicamente desde que sacaron a su fundador Steve Jobs, a finales de los 80s. A mediados de los años 90 aprox, Bill Gates invierte un porcentaje no publicado de capital en Apple y por esa época la junta directiva de la empresa vuelve a traer a Steve Jobs al mando. Apple actualmente tiene aprox. el 5% del mercado mundial de computadoras con productos como por ejemplo MacBook y Mac Air, casi la totalidad del mercado de reproductores mp3 con el iPod, y aprox. 1-2% del mercado de telefonía celular de Estados Unidos con el iPhone. En el mercado de las "tablet PC" (PC tableta) tiene el iPad.

**Applet**

Pequeña aplicación escrita en Java la cual se difunde a través de la red en orden de ejecutarse en el navegador cliente.

**Archivo**

Archivo es el equivalente a 'file', en inglés. Es data que ha sido codificada para ser manipulada por una computadora. Los archivos de computadora pueden ser guardados en CD-ROM, DVD, disco duro o cualquier otro medio de almacenamiento. Usualmente los archivos tienen una 'extensión' después de un punto, que indica el tipo de data que contiene el archivo. Dependiendo del sistema operativo usado, se cargan los programas necesarios para manejar los archivos según su extensión. Ejemplo, panamacom.txt se refiere a un archivo de texto, imagen.jpg a una imagen JPEG, documento.odt a un archivo Open Office, y un word.doc a Word de Microsoft Office.

**Arquitectura de Información**

La Arquitectura de Información es una ciencia emergente, que se encarga de efectuar la planificación estratégica previa a la creación de un website. En la AI se elaboran diagramas estructurales y planos arquitectónicos donde se pueden identificar las partes de un website, la clasificación, diseño de interacción, sistema de navegación, usabilidad, etiquetado de la información y determinar el impacto que causará el diseño de la información, en el resultado final de un proyecto web. Tomando como referencia la exitosa experiencia del usuario, como objetivo final.

**ASCII**

American Standard Code for Information Interchange, es un estándar para el código utilizado por computadoras para representar todas las letras mayúsculas, minúsculas, letras latinas, números, signos de puntuación, etc. El código ASCII es de 128 letras representadas por un dígito binario de 7 posiciones (7 bits), de 0000000 a 1111111, y es el estándar usado en el World Wide Web.

**ASF**

Advanced Streaming Format: Este formato de archivos almacena información de audio y video, y fue especialmente diseñado para trabajar en redes, como Internet. La información es descargada como un flujo continuo de datos, y por ende, no es necesario esperar la descarga completa del archivo para poder reproducirlo.

**ASP**

Acrónimo en inglés de Active Server Pages. Páginas de Servidor Activo. Son un tipo de HTML que además de contener los códigos y etiquetas tradicionales, cuenta con programas (o scripts) que se ejecutan en un servidor Microsoft Internet Information Server antes de que se desplieguen en la pantalla del usuario. Por lo general este tipo de programas realizan consultas a bases de datos, siendo los resultados de éstas los que el usuario final obtiene. La extensión de estos archivos es ".asp."

**ATA**

Advanced Technology Attachment. Interface para conectar disco duro, cdroms, etc. También conocido como IDE.

**ATM**

Acrónimo en inglés de Asynchronous Transfer Mode. Modo de Transferencia Asíncrona. Es una tecnología de redes de alta velocidad que transmite múltiples tipos de información (voz, video, datos) mediante la creación de "paquetes de datos."

**AUTOEDICIÓN**

Es el conjunto de procesos informáticos de tratamiento de textos y gráficos que se realizan en un ordenador y que junto a un programa de diagramación de páginas (maquetación) permite la publicación de documentos. La autoedición es la piedra angular de la edición digital.

**Autopista de la información**

En inglés "Information Highway". Término acuñado por el ex vicepresidente Norteamericano Al Gore en 1991, con el objetivo de definir una estructura de comunicación del futuro la cual integre todo tipo de medios y servicios a alta velocidad. Se destaca que Internet no es la Autopista de la información (la cual aún no es una realidad), pero sí lo más parecido que existe hasta el momento.

**Avatar**

En ambientes virtuales multiusuarios de internet y en juegos, el avatar es la representación gráfica del usuario.

**AZW**

Es el formato archivo digital de libros electrónicos usado por el lector electrónico Kindle de Amazon. Se caracteriza por ser un formato propietario y por permitir el uso del DRM. La conversión a este formato la realiza la propia Amazon mediante los acuerdos suscritos con las editoriales. Su comercialización se realiza a través de la plataforma de venta de libros electrónicos Amazon.com y se estima que hay cerca de 400.000 títulos en venta con este formato. Puede ser leído a través de las aplicaciones de Kindle en un Windows PC y en el iPhone.

**Backup**

Copia de Respaldo o Seguridad. Acción de copiar archivos o datos de forma que estén disponibles en caso de que un fallo produzca la pérdida de los originales. Esta sencilla acción evita numerosos, y a veces irremediables, problemas si se realiza de forma habitual y periódica.

**Banner**

Imagen, gráfico o texto con fines publicitarios que habitualmente enlaza con el sitio web del anunciante.

**Base de datos**

Conjunto de datos que pertenecen al mismo contexto almacenados sistemáticamente. En una base de datos, la información se organiza en campos y registros. Los datos pueden aparecer en forma de texto, números, gráficos, sonido o vídeo.

**Beta**

Es el proceso formal de solicitar información y comentarios sobre los resultados del software todavía en programación. Es la segunda parte de las pruebas que se realizan del software por los usuarios finales. Beta es la segunda letra del alfabeto Griego. Originalmente, el termino Alpha (la primera letra del alfabeto Griego), es aplicado a la primera fase de pruebas realizadas.

**Biometria**

La biometría es una tecnología basada en el reconocimiento de una característica de seguridad y en una física e intransferible de las personas, como por ejemplo la huella digital. Los sistemas biométricos incluyen un dispositivo de captación y un software que interpreta la muestra física y la transforma en una secuencia numérica. En el caso de la

huella digital, en ningún caso se extrae la imagen de la huella, sino una secuencia de números que la representan.

### **BIOS**

Del inglés "Basic Input/Output System" (Sistema Básico de Input/Output). El BIOS es un programa pre-instalado en computadoras basadas en Windows (No en las Macs), que la computadora usa para iniciar. El CPU accede al BIOS y revisa que todo este OK antes de cargar Windows. Si todo esta OK, el BIOS empieza la carga del sistema operativo en la memoria de la computadora y termina el proceso de arranque de la maquina.

### **BIPS**

Con el incremento del rendimiento de las computadoras, las medidas tradicionales pierden relevancia. El MIPS (Millones de Instrucciones por Segundo), ha sido sustituido por el BIPS (Miles de Millones de Instrucciones por Segundo), que se trata de una medida aproximada de la capacidad de proceso de un sistema.

### **Bit**

Dígito Binario. Unidad mínima de almacenamiento de la información cuyo valor puede ser 0 ó 1 (falso o verdadero respectivamente). Hay 8 bits en un byte.

### **Bitrate**

Término bastante utilizado al hablar de calidades de video y audio. Define cuánto (o el promedio) de espacio físico (en bits) toma un segundo de audio o video. Por ejemplo, 3 minutos de audio MP3 a 128kBit/sg CBR, toma 2,81 MegaBytes de espacio físico ( $1,024 \times 128 / 1,024 / 1,024 \times 180 / 8$ ). en donde: 128kbit =  $128 \times 1024$  bits 1 byte = 8 bits 1 kilobyte = 1,024 bytes 1 megabyte = 1,024 kilobytes 3 minutos = 180 segundos. Algunos ejemplos: MP3 cerca de 128 kbps (kilobits por segundo) VCD cerca de 1374 kbps DVD cerca de 4500 kbps DV cerca de 25 Mbps (megabits por segundo).

### **BlackBerry**

Dispositivo handheld introducido en 1999 que soporta correo push (empujado), telefonía móvil, SMS, navegación web y otros servicios de información inalámbricos. Fue desarrollado por una compañía Canadiense, Research In Motion (RIM) y transporta su información a través de las redes de datos inalámbricas de empresas de telefonía móvil. La arquitectura Blackberry está diseñada para interoperar con diferentes sistemas de comunicación inalámbricos, como el GPRS, y la seguridad, así como la capacidad de extensión para acomodar futuros upgrades en tecnología - como protocolos en desarrollo y nuevas generaciones de conectores de datos wireless

### **Blog**

Versión reducida del término "web log". Es información que un usuario publica de forma fácil e instantánea en un sitio web. Generalmente un blog se lee en orden cronológico. Es

muy habitual que dispongan de una lista de enlaces a otros weblogs (denominada blogroll) y suelen disponer de un sistema de comentarios que permiten a los lectores establecer una conversación con el autor y entre ellos acerca de lo publicado. También un blog debe tener la opción de proporcionar la información por RSS.

**Blogosfera**

En inglés Blogosphere. La suma de todos los blogs y sitios web relacionados a blogs forman la blogosfera. Los blogs se han proliferado exponencialmente.

**Blu-ray**

Blu-ray es un formato de disco óptico parecido al CD y DVD. Fue desarrollado para grabar y reproducir video de alta definición, y para almacenar grandes cantidades de data. Por ejemplo, un CD puede almacenar hasta 700MB de data, y un DVD single layer 4.7GB, mientras que un disco de Blu-ray puede guardar hasta 25GB de data. Incluso los DVD dual layer, dual side, que no son muy comunes llegan a un máximo de 17GB de data. Los Blu-ray doble-lado van a poder almacenar hasta 50GB de data, lo que equivale aproximadamente a 4 horas de HDTV. Los discos Blu-ray pueden aguantar mas información que otros medios ópticos por sus láser azul. En realidad el láser es azul-violeta, pero por temas de mercadeo solo quedo "blu", de "blue", que significa azul.

**Bluetooth**

Estándar de transmisión de datos inalámbrico vía radiofrecuencia de corto alcance (unos 10 metros). Entre otras muchas aplicaciones, permite la comunicación entre videocámaras, celulares y computadoras que tengan este protocolo, para el intercambio de datos digitalizados (vídeo, audio, texto). Bluetooth no solamente posee una elevada velocidad de transferencia de 1MB/s, también podría ser encriptado con un código pin. Con una velocidad de salto de 1600 saltos por segundo, su interceptación es difícil y la interferencia por ondas electromagnéticas es pequeña. Todos los dispositivos con tecnología Bluetooth vienen con una dirección estándar para conectar uno-a-uno o uno-a-siete (para formar un pico-red) utilizando una transmisión de baja potencia.

**BMP**

Bit Map (mapa de bits). Formato de archivos gráficos de Windows. Es preferible usar JPG, PNG o GIF antes que BMP, ya que usualmente los archivos bitmap son mucho más grandes en tamaño (bytes) que los otros formatos mencionados.

**Bookmark**

Ver Favoritos.

**Boolean**

Esta es la lógica que las computadoras usan para determinar si una declaración es falsa o verdadera.



**bps**

Bits por Segundo. Velocidad a la que se transmiten los bits en un medio de comunicación.

**Bridge**

En redes de computadoras, un "bridge" (puente), conecta dos o más redes de área local (LAN) y WLAN entre sí. Puede ser un dispositivo, o una computadora lo que haga el puente.

**Brillo**

Volumen de luz que se emite de un monitor o dispositivo de proyección. El brillo de un proyector se mide en ANSI lúmenes.

**Browser**

Aplicación para visualizar todo tipo de información y navegar por el www con funcionalidades plenamente multimedia. Como ejemplo de navegadores tenemos Internet Explorer, Firefox, Safari.

**BTW**

Acónimo del inglés "By The Way" (Dicho sea de paso).

**Buffer**

El buffer contiene data que es almacenada por un corto periodo de tiempo, generalmente en el RAM de la computadora. El propósito del buffer es guardar data un poco antes que sea usada. Por ejemplo, cuando bajas un video o audio de Internet, puede ser que cargue los primeros 15% en el buffer y entonces empiecen a reproducir. Mientras que el audio o video esta siendo reproducido, la computadora sigue descargando el resto y lo guarda en el buffer. Como el video o audio esta siendo reproducido desde la computadora y no directamente desde el Internet, existe menos posibilidad de que el audio y video tengan perdida o saltos cuando hay congestión en la red.

**Bug**

Término aplicado a los errores descubiertos al ejecutar cualquier programa informático. Fue usado por primera vez en el año 1945 por Grace Murray Hooper, una de las pioneras de la programación moderna, al descubrir cómo un insecto (bug en inglés) había dañado un circuito de la computadora "Mark".

**Bus**

En una computadora, el bus es la ruta de data en el motherboard o tarjeta madre, que interconecta al microprocesador con extensiones adjuntas conectadas en espacios o slots de expansión, por ejemplo disco duro, CD-ROM drive y tarjetas de video.

**Buscador**

Los buscadores (o motor de búsqueda) son aquellos que están diseñados para facilitar encontrar otros sitios o páginas Web. Existen dos tipos de buscadores, los spiders (o arañas) como Google y los directorios, como Yahoo.

**Byte**

Conjunto de 8 bit, el cual suele representar un valor asignado a un carácter. Ver Megabyte.

**Cache**

Copia que mantiene una computadora de las páginas web visitadas últimamente, de forma que si el usuario vuelve a solicitarlas, las mismas son leídas desde el disco duro sin necesidad de tener que conectarse de nuevo a la red; consiguiéndose así una mejora muy apreciable en la velocidad.

**Cargar**

Ver upload.

**Carpeta**

Espacio del disco duro de una computadora cuya estructura jerárquica en forma de árbol contiene la información almacenada en una computadora, habitualmente en archivos y es identificado mediante un nombre (ej. "Mis documentos"). En las carpetas se puede guardar preferencias del usuario.

**Carrito de compras**

Shopping Cart. Area de un sitio web de comercio electrónico donde el usuario va colocando los objetos o servicios a medida que los va comprando, de la misma manera que haría en un supermercado. Al final el usuario decide cuáles de ellos comprar.

**CC**

Copia carbón. Ver e-mail.

**CD**

Compact Disc. Disco Compacto. Disco óptico de 12 cm de diámetro para almacenamiento binario. Su capacidad es de aprox 750 mb y puede ser usado para almacenar cualquier tipo de data, desde música, videos, divx, mp3, archivos en general, etc.

**CD-R**

El CD-R es un CD que permite escritura, tiene capacidad de grabar 750 MB aprox y los datos grabados no pueden ser borrados.

**CD-ROM**

Compact Disc Read only memory es un medio de almacenamiento de sólo lectura.

**CD-RW**

El Compact Disc regrabable es un CD que ofrece la posibilidad de grabar y borrar información hasta 1,000 veces.

**Certificado Digital**

Acreditación emitida por una entidad o un particular debidamente autorizada garantizando que un determinado dato (una firma electrónica o una clave pública) pertenece realmente a quien se supone. Por ejemplo, Verisign y Thawte

**CGI**

Common Gateway Interface. Una interfaz escrita en un lenguaje de programación (perl, c, c++, visual basic, etc) y posteriormente ejecutada o interpretada por una computadora servidor para contestar a pedidos del usuario desde una computadora con una aplicación cliente; casi siempre desde el World Wide Web. Esta interfaz permite obtener los resultados pedidos, como los que resultan al consultar una base de datos. Entre los programas más habituales encontrará gestores de formularios y de email, libros de visitas, foros de discusión, etc.

**Chat**

Término utilizado para describir la comunicación de usuarios en tiempo real. Comunicación simultánea entre dos o más personas a través del Internet. Hasta hace poco tiempo sólo era posible la "conversación" escrita pero los avances tecnológicos ya permiten que la conversación se haga mediante audio y vídeo.

**Chip**

Un chip de computadora es un pedazo de Silicon con un circuito electrónico incorporado en el. Sin embargo, el termino chip es usado popularmente, para referirse a varios componentes dentro de una computadora. Por ejemplo, un chip de graficas, procesador central o incluso a las memorias.

**Chrome**

Navegador creado por Google. Según sus creadores, empezaron desde cero sin seguir patrones, e hicieron un navegador mejor adaptado a tecnologías más recientes para aplicaciones web. Descargue Google Chrome.

**Ciber**

Ciber o Cyber. Prefijo utilizado ampliamente en la comunidad Internet para denominar conceptos relacionados con las redes (cibercultura, ciberespacio, cibernauta, etc.). Su origen proviene del griego "cibernao" que significa "pilotar una nave".

**Cibercafé**

Local desde el cual se alquila una computadora la cual puede acceder a Internet. El primero se creó en California en 1994 y hoy día son abundantes en la mayoría de los países.

**Ciberespacio**

Término concebido por el escritor William Gibson en su novela de ciencia ficción "Neuromancer" (1984) con el propósito de describir un mundo de redes de información. Actualmente es utilizado para referirse al conjunto de información digital y a la comunicación que se realiza a través de las redes, un espacio en el cual casi todo lo que contiene información; o puede transmitirla, debe ser incluido.

**Cibermarketing**

Mercadeo a través de la red.

**Cibernética**

Término acuñado por un grupo de científicos dirigidos por Norbert Wiener y popularizado por su libro "Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine" de 1948. Viene del griego "cibernetes" (timonel o piloto) y es la ciencia o estudio de los mecanismos de control o regulación de los sistemas humanos y mecánicos, incluyendo las computadoras.

**Circuito integrado**

Un circuito integrado es un pequeño chip que puede funcionar como un amplificador, oscilador, microprocesador o incluso una memoria de computadora. Es una pequeña "galleta" hecha de silicón, que puede soportar cientos de millones de transistores, resistores y capacitores. Estos pequeñísimos electrónicos pueden realizar cálculos y guardar data usando tecnología analógica o digital.

**Click**

Cuando se oprime alguno de los botones de un mouse el sonido es parecido a un "click". La palabra click escrita, se usa generalmente para indicarle al usuario que oprima el botón del mouse encima de un área de la pantalla. También es comúnmente escrito así: clic. En español incluso se usa como un verbo, por ejemplo: al clickear en el enlace.

**CMS**

De las siglas del inglés Content Management System; se refiere usualmente a sitios web que tienen sistemas de administración que permiten la fácil creación y edición de contenidos, como páginas nuevas, noticias, etc.

**CMYK**

Siglas en inglés para Cyan, Magenta, Yellow, Black (Cyan, Magenta, Amarillo, Negro). Uno de varios sistemas usados por impresoras para combinar colores primarios para producir una imagen a todo color.

**CODEC**

Corto para comprimir/descomprimir, un codec es cualquier tecnología para comprimir y descomprimir data. Codecs pueden ser implementados en software, hardware o en la combinación de ambos. Algunos codecs para video en formato MPEG pueden ser Indeo y Cinepak. Para poder ver videos con los distintos formatos existentes, es necesario tener los codecs apropiados instalados en la computadora.

**CÓDIGO ABIERTO**

(*OPEN SOURCE*): Es el término con el que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente. El código abierto tiene un punto de vista más orientado a los beneficios prácticos de compartir el código que a las cuestiones morales y/o filosóficas que rodean el llamado software libre. La idea bajo el concepto de código abierto es: cuando los programadores (en Internet) pueden leer, modificar y redistribuir el código fuente de un programa, éste evoluciona, se desarrolla y mejora. Los usuarios lo adaptan a sus necesidades, corrigen sus errores a una gran velocidad, mayor a la aplicada en el desarrollo de software convencional o cerrado, dando como resultado la producción de un mejor software. Entre 1998 y 2000 se observó un gran crecimiento en la popularidad de GNU/Linux. Hoy en día, muchas empresas están a favor del código abierto como sistema de mejora del software de una forma rápida y barata.

**Código fuente**

Conjunto de instrucciones que componen un programa, escrito en cualquier lenguaje. En inglés se dice "source code". Hay programas de código abierto y "de código cerrado" como por ejemplo Windows, Photoshop, y la mayoría de los programas comerciales, en donde el código es inaccesible y por lo tanto no se puede alterar la estructura del programa.

**Código fuente abierto**

Ver open source.

**Comercio electrónico**

En inglés e-commerce. Es la compra y venta de bienes y servicios realizados a través del internet, habitualmente con el soporte de plataformas y protocolos de seguridad estandarizados.

**Computación**

Es la ciencia que estudia el procesamiento automático de datos o información por medio de las computadoras.

**COMPUTACIÓN EN LA NUBE**

(*CLOUD COMPUTING*): Sistema que reemplaza el modelo tradicional de software (instalación individual en cada ordenador) por uno de acceso a los programas y servicios mediante una conexión web. Nube se usa en este caso como metáfora de la Red. Aunque sus orígenes se remontan a los comienzos de la telefonía móvil no es hasta 2005 con el lanzamiento de los Amazon Web Services y de las Google Apps cuando el término comienza a popularizarse.

**Computadora**

Dispositivo electrónico capaz de procesar información y ejecutar instrucciones de los programas. Una computadora u ordenador es capaz de interpretar y ejecutar comandos programados para entrada, salida, cómputo y operaciones lógicas.

**Conexión Remota**

Operación realizada en una computadora remota a través de una red de computadoras, como si se tratase de una conexión local.

**CONTENIDO DIGITAL**

Es todo aquel contenido (conjunto de datos o información) que puede ser leído, compartido y almacenado de manera electrónica. El concepto de contenido digital es fundamental para entender el cambio social pues que alude a la separación del contenido del continente o soporte.

**Contraseña**

Password. Código utilizado para acceder un sistema restringido. Pueden contener caracteres alfanuméricos e incluso algunos otros símbolos. Se destaca que la contraseña no es visible en la pantalla al momento de ser tecleada con el propósito de que sólo pueda ser conocida por el usuario.

**Cookie**

Un cookie es un pequeño conjunto de datos enviado desde un servidor web a un navegador que se guarda localmente en la máquina del usuario. Cuando el navegador vuelve a realizar una petición de un archivo en el mismo sitio web que mandó el cookie, el navegador envía una copia del cookie nuevamente al sitio web. Estos archivos contienen informaciones específicas que identifican al usuario y pueden tener información privada que no queremos publicar (direcciones de emails, passwords, nombres, etc.). Hay muchos sitios legítimos que necesitan los cookies para funcionar correctamente, pero también hay otros que usan la información para rastrear el uso que el usuario le da al Internet (ej. página visitadas).

**Copyright**

Derecho de Copia. Derecho que tiene cualquier autor, sobre todas y cada una de sus obras de forma que podrá decidir en qué condiciones han de ser reproducidas y distribuidas. Aunque este derecho es legalmente irrenunciable, el mismo puede ser ejercido de forma tan restrictiva o tan generosa como el autor decida.

**Correo Electrónico**

Ver e-mail.

**CPU**

De las siglas en inglés Central Processing Unit (Unidad Central de Procesos) -- Es la parte que constituye el cerebro de cualquier computadora, es el encargado de realizar y dirigir todas las sus funciones. Contiene memoria interna, la unidad aritmética / lógica. Realiza el procesamiento de los datos y además el control de las funciones del resto de los componentes de la computadora. Gobierna el sistema y dicta la velocidad de trabajo del mismo.

**Cracker**

Persona que trata de introducirse a un sistema sin autorización y con la intención de realizar algún tipo de daño u obtener un beneficio.

**CREATIVE COMMONS**

Es una organización no gubernamental sin ánimo de lucro que desarrolla planes para ayudar a reducir las barreras legales de la creatividad, por medio de nueva legislación y nuevas tecnologías. Fue fundada por Lawrence Lessig, profesor de derecho en la Universidad de Stanford y especialista en ciberderecho, que la presidió hasta marzo de 2008. También se refiere al nombre dado a las licencias desarrolladas por esta organización. Existe una serie de licencias Creative Commons, cada una con diferentes configuraciones o principios, como el derecho del autor original a dar libertad para citar su obra, reproducirla, crear obras derivadas, ofrecerla públicamente y con diferentes restricciones, como no permitir el uso comercial o respetar la autoría original.

**CRM**

Customer Relationship Management. Manejo de la Relación con el Consumidor. Sistema automatizado de información sobre clientes cuyo objetivo es que estos puedan ser atendidos de la manera más personalizada posible. Internet es uno de los soportes tecnológicos más importantes en CRM, a la vez que uno de sus principales canales de comunicación con los clientes.

**CSS**

Cascade Style Sheet. Conjunto de instrucciones HTML que definen la apariencia de uno o más elementos de un conjunto de páginas web con el objetivo de uniformizar su diseño.

**DIGITALIZACIÓN**

Es el proceso de convertir un objeto analógico, por ejemplo un libro o una fotografía, en su representación digital. Comúnmente en edición llamamos digitalización al proceso de escaneado de libros para su posterior edición mediante el uso de un software de OCR (optical character recognition). Con la entrada de la edición digital, las editoriales han tenido que digitalizar partes de su fondo que solo conservaban de manera analógica. Últimamente se ha llamado “digitalización” al proceso de convertir los contenidos digitales de las editoriales en libros electrónicos pero este uso es equivocado puesto que la mayor parte de las editoriales ya tienen digitalizados sus archivos salvo que estos se hayan perdido o que sean anteriores a los años 90.

**Desarrollador de Web**

Web developer - Persona o empresa responsable de la programación de un sitio web así la cual incluye, si se da el caso, plataformas de comercio electrónico.

**Descarga**

Ver download.

**Descomprimir**

Acción de desempaquetar uno o más archivos que anteriormente han sido empaquetados, y habitualmente también comprimidos, en un solo archivo, con objeto de que ocupen menos espacio en disco y se precise menos tiempo para enviarlos por la red.

**Desencriptación/ Descifrado**

Recuperación del contenido real de una información previamente cifrada.

**DHTML**

Dynamic HTML. HTML dinámico. Una extensión de HTML que permite, entre otras cosas, de la inclusión de pequeñas animaciones y menús dinámicos en páginas web. El código DHTML usa estilos y JavaScript. Permite que las paginas web puedan reaccionar dependiendo del usuario y su sistema, por ejemplo una pagina web que cambie su estilo dependiendo del navegador o incluso tipo de computadora de los usuarios finales.

**Disco duro**

Disco de metal cubierto con una superficie de grabación magnética. Haciendo una analogía con los discos musicales, los lados planos de la placa son la superficie de grabación, el brazo acústico es el brazo de acceso y la púa (aguja) es la cabeza lectora/grabadora. Los discos magnéticos pueden ser grabados, borrados y regrabados como una cinta de audio.



**DivX**

Es un formato de compresión de video basado en tecnología MPEG-4. Los archivos DivX pueden ser descargados en líneas de alta velocidad en relativamente poco tiempo sin sacrificar mucho la calidad del video digital. Generalmente se usa en el Internet para compartir archivos de videos, sea de forma legal o ilegal. Se puede convertir en el equivalente para video del MP3.

**DNS**

Servidor de Nombres de Dominio. Servidor automatizado utilizado en el internet cuya tarea es convertir nombres fáciles de entender (como [www.panamacom.com](http://www.panamacom.com)) a direcciones numéricas de IP.

**Dominio**

Sistema de denominación de hosts en Internet el cual está formado por un conjunto de caracteres el cual identifica un sitio de la red accesible por un usuario. Los dominios van separados por un punto y jerárquicamente están organizados de derecha a izquierda. Comprenden una red de computadoras que comparten una característica común, como el estar en el mismo país, en la misma organización o en el mismo departamento. Los más comunes son .com, .edu, .net, .org, .biz, .info

**Download**

Descarga. Proceso en el cual información es transferida desde un servidor a una computadora personal.

**Driver**

Un utilitario de software diseñado para decirle a la computadora como operar los aparatos externos o periféricos. Por ejemplo, para operar un printer, escáner o disco duro externo la computadora requiere un driver específico para cada equipo.

**DVD**

Digital Versatile Disc (Disco Versátil Digital), es un soporte para el almacenamiento de datos binarios de igual funcionamiento y tamaño que el CD-ROM, aunque con pistas más finas, lo cual aumenta la densidad de la información grabable en la superficie y por tanto le da una mayor capacidad de almacenamiento que el CD-ROM. Al igual que en los CD, hay distintas variantes según si sólo puede leer, leer y escribir, etc.: DVD-ROM, DVD-RAM, etc. La capacidad de un DVD va desde los 4,7 Gb (una cara, una capa) hasta los 17 Gb (doble cara, doble capa).

**DVR**

Siglas del inglés Digital Video Recorder (Grabadora Digital de Video). Es un aparato que graba video o TV en formato digital. Con un DVR se puede poner pausa y retroceder a un

programa de televisión en vivo por ejemplo, ya que se graba directamente a un disco duro en tiempo real.

**e-book**

Libro en formato digital que, en algunos casos, requiere programas específicos para su lectura. Suele aprovechar las posibilidades del hipertexto, de los enlaces y multimedia, y puede estar disponible en la red. Se puede leer ebooks fácilmente con una Kindle o un Ipad.

**e-commerce**

Ver Comercio Electrónico.

**EDICIÓN DIGITAL**

Es la suma de todos los procesos editoriales orientados a la publicación (comunicación pública) de contenidos multisoporte (libros, audiolibros, libros electrónicos, etc.).

**E-LEARNING**

Es un sistema de educación electrónico o a distancia en el que se integra el uso de las tecnologías de información y otros elementos pedagógicos para la formación, capacitación y enseñanza de los usuarios o estudiantes online. Utiliza herramientas y medios diversos como Internet, intranets, CD-ROM, multimedia (textos, imágenes, audio, video, etc.), entre otros.

**EPUB**

Es un formato abierto y estándar de libro electrónico propuesto por la IDPF que se ha popularizado en los últimos años gracias al apoyo de múltiples editoriales y de Adobe, que lo ha incorporado en herramienta de maquetación InDesign como salida para libro electrónico. Se caracteriza por estar basado en formato XML; permitir que el contenido se adapte al dispositivo (contenido líquido) en forma y tamaño; incluir imágenes rasterizadas o vectorizadas; soporta la inclusión de DRM; permitir el uso de metadatos; permitir el uso de hojas de estilo (CSS).

**e-mail**

El e-mail, del inglés electronic mail (correo electrónico), es uno de los medios de comunicación de más rápido crecimiento en la historia de la humanidad. Por medio del protocolo de comunicación TCP/IP, permite el intercambio de mensajes entre las personas conectadas a la red de manera similar al correo tradicional. Para ello es necesario tener una dirección de correo electrónico, compuesta por el nombre del usuario, la arroba "@" y el nombre del servidor de correo. Por ejemplo, sample@panamacom.com, donde 'sample' es el usuario y panamacom.com el nombre del host o servidor. El email puede contener cualquier archivo adjunto en formato digital (texto, gráficos, hojas de cálculo, imágenes fijas o en movimiento, sonido, etc).

**Emoticon**

Símbolo gráfico el cual normalmente representa una cara feliz, triste, seria, alegre y diversas expresiones que permiten que una persona puede mostrar su estado de ánimo en un medio "frío" como es el email o la mensajería instantánea ;)

**eMule**

Es un programa para Windows, de software libre, para compartir archivos de P2P, que funciona con el protocolo EDonkey 2000 y la red Kad. Es uno de los programas más usados por los usuarios de P2P. Existen también múltiples programas derivados con el objetivo de portarlo a otros sistemas operativos, como xMule o aMule.

**En línea**

Ver on-line.

**Encriptación**

Cifrado. Tratamiento de un conjunto de datos, contenidos o no en un paquete, a fin de impedir que nadie excepto el destinatario de los mismos pueda leerlos. Hay muchos tipos de cifrado de datos, que constituyen la base de la seguridad de la red.

**Ergonomía**

Ciencia que trata del encaje del hombre en su entorno técnico y laboral.

**Escaner**

Digitalizador. Aparato que hace posible la conversión a formato digital de cualquier documento impreso o escrito, en forma de imagen, que puede ser posteriormente enviada por email, por ejemplo. El escáner debe estar conectado a un puerto de la computadora, por ejemplo por USB.

**Exabyte**

Unidad de almacenamiento de información cuyo símbolo es el EB, y equivale a 1024 Petabytes, o 1,152,921,504,606,846,976 bytes. Hay 1024 Exabytes en un Zettabyte.

**Excel**

Programa de Microsoft, el cual consiste en una hoja de cálculo, utilizada para realizar fórmulas matemáticas y cálculos aritméticos exhaustivos, o simplemente bases de datos con menos de 65mil registros. No fue el primer programa de hoja de cálculo, pero si es el más popular en la actualidad.

**Extensión**

Cadena de caracteres anexada al nombre de un archivo, usualmente antecedita por un punto y al final del nombre del archivo. Son usados para que la computadora (sistema operativo) pueda reconocer fácilmente los archivos y usar los programas asociados a sus extensiones para abrirlos y manipularlos. Ejemplo, .DOC para Word, .XLS para Excel, .EXE para archivos ejecutables, etc.

**Extranet**

Cuando una intranet tiene partes públicas, en donde posiblemente usuarios externos al intranet pueden llenar formularios que forman parte de procesos internos del intranet.

**Facebook**

Es una de las primeras y más grandes redes sociales del mundo. Las personas que se registran en el sitio pueden tener "amigos" y ver cualquier información que otros usuarios hayan puesto y permitan ver, buscar a otras personas con las cuales se haya perdido contacto, etc. Lanzado el 4 de febrero de 2004. Sitio web: [www.facebook.com](http://www.facebook.com)

**FAQ**

Siglas del inglés Frequently Asked Questions (Preguntas Frecuentes), que como su nombre lo dice, es una compilación de las preguntas más frecuentes que se hacen de cualquier tema. Es común ver la palabra FAQ en los menús de los sitios web, aunque sean en español. Leer los FAQs de un producto, sitio web, empresa, etc. puede ayudar a resolver problemas o situaciones sin necesidad de contactar a alguien para preguntarle.

**Favicon**

Corto en inglés para Favorite Icon (Icono Favorito). Es un mini grafico que puede ser una marca o logo. Cuando un sitio web lo utiliza, aparece a los usuarios en la barra de direcciones del navegador. En Internet Explorer salen cuando la página web con el Favicon se guarda como Favorito (Bookmark). En Firefox sale siempre aunque no sea un website marcado como favorito.

**Favoritos**

Marcador de un sitio web. Unos exploradores dicen 'favorito', otros usan el término 'marcador'. En inglés es 'bookmark'. La mayoría de los navegadores tienen su lista de "Favoritos", donde se puede guardar las direcciones de sitios web preferidos.

**Fibra óptica**

Tipo de cable que se basa en la transmisión de información por técnicas optoelectricas mediante una combinación de vidrio y materiales plásticos. A diferencia del cable coaxial y del par trenzado no se apoya en los impulsos eléctricos, sino que transmite por medio de impulsos luminosos. Se caracteriza por un elevado ancho de banda con alta velocidad de transmisión y poca pérdida de señal.

**Filtro**

En referencia a emails, los filtros son creados por los usuarios y contienen reglas para distribuir emails dentro de carpetas, reenviarlos o eliminarlos, entre otras. Por ejemplo, una regla de un filtro puede ser que todos los emails que vienen De: info@panamacom.com se vayan a la carpeta o etiqueta "importante", por ejemplo.

**Finger**

Comando que permite obtener información sobre una persona en la Red (ejemplo, E-mail, dirección postal, etc.). Se utiliza para localizar personas en servidores Unix, y sirve para verificar si una persona en particular está conectada a Internet. Por cuestiones de seguridad recomendamos cerrar el puerto 79 tcp/udp, de finger en su red.

**Firefox**

Mozilla Firefox (originalmente conocido como Phoenix y Mozilla Firebird) es un navegador de web gráfico, gratuito, de código abierto, desarrollado por la Fundación Mozilla y miles de colaboradores en el mundo. La versión 1.0 salió el 9 de noviembre de 2004. Instalable en los sistemas operativos Windows, Linux i686 y Mac Os X.

**Firewall**

Combinación de hardware y software la cual separa una red de área local (LAN) en dos o más partes con propósitos de seguridad. Su objetivo básico es asegurar que todas las comunicaciones entre dicha red e Internet se realicen conforme a las políticas de seguridad de la organización que lo instala. Además, estos sistemas suelen incorporar elementos de privacidad, autenticación, etc.

**Firma digital**

Información cifrada que identifica al autor de un documento electrónico y autentica su identidad.

**Flash**

Creado por Macromedia y adquirido por Adobe, esta tecnología permite la creación de animaciones, entre otras cosas, utilizando menos ancho de banda que otros formatos, como AVI o MPEG.

**Folder**

Ver Carpeta.

**FLUJO DE TRABAJO**

(*WORKFLOW*): Es la suma de operaciones conectadas e interrelacionadas asociadas a una actividad de trabajo. También usamos el término para el estudio de estas operaciones con el fin de optimizarlo y reducir las pérdidas de tiempo. El sector editorial es la

industria que más ha desarrollado el concepto de flujo de trabajo puesto que la edición es un proceso lineal en el que intervienen distintos agentes (roles) para la consecución determinado (libro, periódico, etc.). El diseño de flujos de trabajo permite la implementación de un CMS crear un flujo basado en un archivo XML lo que conlleva la optimización y mejora de la eficiencia del trabajo.

#### **Foros de Discusión**

Servicio automatizado de mensajes, a menudo moderado por un propietario, en el cual los suscriptores reciben mensajes dejados por otros suscriptores por un tema dado. Los mensajes se envían por correo electrónico.

#### **Frames**

Opción que ofrece el lenguaje HTML de dividir una página web en varias zonas. Cada una de las cuales puede tener un contenido independiente de las demás de forma que cada zona es asimismo un frame.

#### **Freeware**

Programas de Dominio Público. Aplicaciones que pueden obtenerse directamente de Internet con la característica de que no es necesario pagar por su utilización.

#### **FTP**

File Transfer Protocol. Protocolo de transferencia de archivos. Se usan programas clientes para FTP como son por ej. (para Windows) LeapFTP o Core FTP con soporte para ssl, por mencionar algunos. Se usan programas servidores de FTP como por ej. NcFTPd. Estos programas permiten la conexión entre dos computadoras, usando por lo general el puerto 21 para conectarse (aunque se puede usar otros puertos). Por medio del Protocolo de transferencia de archivos se pueden cargar y descargar archivos entre el cliente y el host (servidor).

#### **FYI**

Acrónimo del inglés "For your information" (para su información), usado generalmente por email o chat (aunque trasciende del Internet), para agilizar la conversación.

#### **Gateway**

Un gateway es un punto de red que actúa como entrada a otra red. En el internet, un nodo o "parada" puede ser un "nodo gateway" o un "nodo host". Tanto las computadoras de los usuarios como las computadoras que sirven páginas a usuarios son "nodos host". Las computadoras que controlan el tráfico de data dentro una red local o a nivel de proveedores de internet (ISP) son "nodos gateway". Usualmente los gateways son asociados con el router y switch.

**GIF**

Siglas del inglés Graphics Interchange Format, es un tipo de archivo binario que contiene imágenes comprimidas. Fue desarrollado en 1987 (GIF87) y revisado en 1989 (GIF89) por Compuserve (actualmente propiedad de América Online), para compartir rápidamente imágenes entre plataformas.

**Gigabit**

No debe ser confundido con Gigabyte. Un gigabit es igual a  $10^9$  (1,000,000,000) bits, que equivalen a 125 megabytes decimales.

**Gigabyte**

El gigabyte (GB) equivale a 1.024 millones de bytes, o 1024 Megabytes. Se usa comúnmente para describir el espacio disponible en un medio de almacenamiento. Hay 1024 Gigabytes en un Terabyte.

**Gigahertz**

Un gigahertz equivale a 1,000 megahertz (MHz) o 1,000,000,000 Hz. Es comúnmente usado para medir las velocidades de los procesadores de las computadoras. Por muchos años, la velocidad del CPU se medía en megahertz, pero después que las PC pasaron los 1,000 Mhz, aproximadamente en el año 2000, gigahertz se convirtió en la medida estándar.

**Gmail**

Gmail es el servicio de email (correo electrónico) gratis, de Google.  
<http://www.gmail.com>

**Google**

Buscador de páginas web en Internet (y el más popular por el momento). Introduce páginas web en su base de datos por medio de robots o crawlers (googlebot). Sitio web:  
[www.google.com](http://www.google.com)

**GPS**

Global Positioning System. Sistema de localización geográfica vía satélite capaz de dar la localización de una persona u objeto dotado de un transmisor-receptor GPS con una precisión mínima de 10 metros.

**Guardar**

Acción de grabar en el disco duro los archivos que se encuentran en la memoria. Algunos programas guardan los datos automáticamente, mientras que otros requieren que el usuario grabe los datos antes de finalizar la sesión de trabajo.

**GUI**

Ver Interfaz Gráfica de Usuario

**Gusano**

Programa informático que se autoduplica y autopropaga. En contraste con los virus, los gusanos suelen estar especialmente escritos para redes. Los gusanos de redes fueron definidos por primera vez por Shoch & Hupp, de Xerox, en la revista ACM Communications (Marzo 1982). El primer gusano famoso de Internet apareció en Noviembre de 1988 y se propagó por sí solo a más de 6.000 sistemas a lo largo de Internet.

**Hacker**

Persona que tiene un conocimiento profundo acerca del funcionamiento de redes de forma que puede advertir los errores y fallas de seguridad del mismo. Al igual que un cracker busca acceder por diversas vías a los sistemas informáticos pero con fines de protagonismo.

**Hardware**

Maquinaria. Componentes físicos de una computadora o de una red (a diferencia de los programas o elementos lógicos que los hacen funcionar).

**Header**

Parte inicial de un paquete que precede a los datos propiamente dichos y que contiene las direcciones del remitente y del destinatario, control de errores y otros campos. Porción de un mensaje de correo electrónico que precede al mensaje propiamente dicho y contiene, entre otras cosas, el remitente del mensaje, la fecha y la hora.

**Hipertexto**

Cualquier documento que contiene vínculos con otros documentos de forma que al seleccionar un vínculo se despliega automáticamente el segundo documento.

**Hipervínculo**

Vínculo existente en un documento hipertexto que apunta o enlaza a otro documento que puede ser o no otro documento hipertexto.

**Hoja de Estilo en Cascada**

Ver CSS

**Host**

Servidor que nos provee de la información que requerimos para realizar algún procedimiento desde una aplicación cliente a la que tenemos acceso de diversas formas (ssh, FTP, www, email, etc.). Al igual que cualquier computadora conectada a Internet, debe tener una dirección o número IP y un nombre.



**Hosting**

El servicio de Web Hosting consiste en el almacenamiento de datos, aplicaciones o información dentro de servidores diseñados para llevar a cabo esta tarea. Los servidores a su vez se deben colocar en edificios o estructuras denominadas data centers, con su debida planta eléctrica, seguridad y conectividad con los mayores proveedores de telecomunicaciones (backbones) del mundo, para poder ofrecer buen ancho de banda.

**Hotmail**

Uno de los más populares sitios que otorgan cuentas de email gratis (@hotmail.com), cuenta con millones de usuarios a nivel mundial. Fue comprado por MSN Networks, empresa miembro del grupo Microsoft. Su URL es <http://www.hotmail.com>

**HTML**

Siglas del inglés Hypertext Markup Language (Lenguaje de Marcado Hipertexto). Es un lenguaje para crear documentos de hipertexto para uso en el www o intranets, por ejemplo. Los archivos de HTML son usualmente visualizados por navegadores (browsers), como Internet Explorer, Firefox, Chrome y Safari, entre otros. Es independiente del sistema operativo de la computadora.

**HTTP**

En inglés Hypertext Transfer Protocol. Protocolo de Transferencia de Hipertexto. HTTP es un protocolo con la ligereza y velocidad necesaria para distribuir y manejar sistemas de información hipermedia. HTTP ha sido usado por los servidores World Wide Web desde su inicio en 1993.

**Icono**

Símbolo gráfico que aparece en la pantalla de un ordenador con el fin de representar ya sea una determinada acción a realizar por el usuario (ejecutar un programa, leer una información, imprimir un texto, un documento, un dispositivo, un estado del sistema, etc.).

**IIS**

Microsoft Internet Information Services. Servicios de Información de Internet de Microsoft. IIS es un conjunto de servicios basados en Internet, para maquinas con Windows. Compite con Apache en el área de servidores web.

**IMPRESIÓN BAJO DEMANDA**

Es un sistema de impresión digital donde la impresión del libro no se realiza hasta que se recibe el pedido de compra. El POD se está convirtiendo en uno de los paradigmas de la edición digital pues permite el control preciso de stocks y la disponibilidad inmediata de títulos. Es el servicio apropiado para la venta de libros analógicos online (puesto que se evita el almacenamiento innecesario de libros sin vender) aunque en las librerías físicas se

han probados sistemas POD mediante la instalación de impresoras de toner digitales de tamaños reducidos.

### **IMPRESIÓN DIGITAL**

Aunque estrictamente hablando la impresión digital es la representación de una imagen digital en una superficie física; en edición la impresión digital es el proceso que consiste en la impresión directa de un archivo digital a papel, por medio de toner. Se opone a la edición tradicional en offset. Es el tipo de impresión indicado para la impresión de bajo volumen (inferior a 500 ejemplares). En edición digital es el sistema adecuado para la impresión bajo demanda por la rapidez con que se elabora el producto final.

#### **Impresora**

Periférico que pasa la información de una computadora a un medio físico, que usualmente es el papel.

#### **Informática**

Ver Computación

#### **Intel**

El fabricante líder de microprocesadores para PC. Los procesadores Intel fueron usados en las primeras computadoras que incorporaban el sistema operativo DOS de Microsoft. Su línea de procesadores Pentium incremento los niveles de desempeño de las computadoras a niveles superiores. Intel también fabrica tarjetas madre (motherboards), procesadores de red y un sin fin de circuitos procesadores que están pavimentando el futuro de la computación personal.

#### **Interface**

Interfaz o interface es el punto de conexión ya sea dos componentes de hardware, dos programas o entre un usuario y un programa.

#### **Interfaz Gráfica de Usuario**

En inglés Graphic User Interface, corto como GUI. Componente de una aplicación informática que el usuario visualiza y a través de la cual opera con ella. Está formada por ventanas, botones, menús e iconos, entre otros elementos. Ejemplos, Mac OS, Windows y X window.

#### **Internet**

Una red mundial, de redes de computadoras. Es una interconexión de redes grandes y chicas alrededor del mundo. El Internet empezó en 1962 como una red para los militares llamada ARPANet, para que en sus comunicaciones no existan puntos de falla. Con el tiempo fue creciendo hasta convertirse en lo que es hoy en día, una herramienta de comunicación con decenas de miles de redes de computadoras unidas por el protocolo

TCP/IP. Sobre esta red se pueden utilizar múltiples servicios como por ejemplo emails, WWW, etc. que usen TCP/IP.

**Internet Café**

Ver Cibercafé.

**Internet Explorer**

Conocido también como IE es el browser web de Microsoft. Fue lanzado al mercado por primera vez en 1995 junto con las distribuciones de Windows.

**Internet2**

Proyecto que trata de crear una nueva Internet de mayores y mejores prestaciones en el ámbito de las universidades norteamericanas. Fue lanzado en 1996 por un grupo de dichas universidades con la colaboración del Gobierno Federal y de importantes empresas del sector de la Informática y las Telecomunicaciones.

**Intranet**

Red privada dentro de una compañía u organización que utiliza el navegador favorito de cada usuario, en su computadora, para ver menús con opciones desde cumpleaños del personal, calendario de citas, mensajería instantánea privada, repositorio de archivos y las normativas de la empresa entre otras. Es como si fuera un sitio web dentro de la empresa. Al usar un navegador de internet, el intranet se convierte en multiplataforma. No importa la marca o sistema operativo de las computadoras dentro de la red, todos se pueden comunicar.

**IP**

Internet Protocol, Protocolo de Internet. Conjunto de reglas que regulan la transmisión de paquetes de datos a través de Internet. El IP es la dirección numérica de una computadora en Internet de forma que cada dirección electrónica se asigna a una computadora conectada a Internet y por lo tanto es única. La dirección IP esta compuesta de cuatro octetos como por ejemplo, 132.248.53.10

**Ipad**

Tablet PC de la empresa Apple.

**iPhone**

Teléfono móvil "inteligente", creado por la empresa Apple, cuyo sistema operativo es basado en Unix BSD (así como el MAC OS X), y es básicamente una computadora miniatura.

**iPod**

Pequeño aparato creado por Apple, que permite la rápida transferencia de audio y video desde la computadora. Soporta, dependiendo del modelo, gigas de información, permitiendo tener en un solo aparato mas chico que la palma de la mano, miles de canciones, y videos.

**IRC**

De las siglas en inglés Internet Relay Chat, creado por Jarkko Oikarinen en agosto de 1988, es un sistema de chat de texto donde existen centenares de redes y canales para unirse y chatear, pasarse archivos, etc.

**IRQ**

Viene del ingles "Interrupt Request" (Petición para Interrupción). Las PCs usan peticiones de interrupción para manejar varias operaciones del hardware. Dispositivos como tarjetas de sonido, modems, teclados, entre otros, pueden enviar una petición de interrupción al procesador central. Por ejemplo, la tarjeta de sonido le envía una petición al procesador, diciéndole "Necesito hacer este trabajo". El CPU entonces interrumpe el proceso que este corriendo para dejar que la tarjeta de sonido corra su proceso.

**ISO**

International Standards Organization es una red de institutos nacionales de estándares constituido por 157 países, un miembro por país, con un secretariado central en Geneva, Suiza, en donde se coordina todo el sistema. Es el desarrollador y publicador de Estándares Internacionales más grande del mundo.

**ISP**

Internet Service Provider. Proveedor de Servicio Internet. Empresa que provee la conexión de computadoras a Internet, ya sea por líneas dedicadas broadband o dial-up.

**IT**

Del ingles Information Technology (Tecnología de Información). Término muy general que se refiere al campo entero de la tecnología informática - que incluye hardware de computadoras y programación hasta administración de redes. La mayoría de las empresas medianas y grandes tienen departamentos de IT (TI en español).

**iterativo, -va**

Adjetivo. Que tiene la condición de reiterarse.

**iTunes**

iTunes es un programa reproductor de audio desarrollado por Apple Computer. Se puede usar para importar canciones desde un CD, así como reproducir archivos de audio en la computadora. El programa también permite, por un precio, descargar canciones y videos

de la tienda de música de iTunes. El programa también permite que se haga "streaming" de varias estaciones de radio por Internet.

#### **J2ME**

Java 2 Micro Edition. Versión Sun Microsystems de Java 2 destinada a dispositivos de recursos limitados como PDAs, teléfonos móviles, sistemas electrónicos para vehículos, hornos microondas de última generación con interfaz de interacción con el usuario y otros, requiriendo tan sólo un mínimo de 128 Kb de RAM. Así, esta plataforma Java está destinada a procesadores mucho menos potentes que los utilizados habitualmente como PCs.

#### **Java**

Lenguaje de programación que permite ejecutar programas escritos en un lenguaje muy parecido al C++. Se diferencia de un CGI ya que la ejecución es completamente realizada en la computadora cliente, en lugar del servidor. Java fue originalmente desarrollado por Sun Microsystems y su principal objetivo fue crear un lenguaje que fuera capaz de ser ejecutado de una forma segura a través de Internet.

#### **JavaScript**

Lenguaje desarrollado por Sun Microsystems en conjunto con Netscape; aunque es parecido a Java se diferencia de él en que los programas están incorporados en el archivo HTML.

#### **JPEG, JPG**

Los datos de una imagen pueden ser grabados en diferentes formatos. El jpg es, sin duda, el formato más popular. Su gran ventaja es ser un formato comprimido, lo que le permite ocupar poquísimo espacio en la memoria de la cámara o ser enviado con rapidez por internet. Su inconveniente es que esta compresión se hace simplificando la información gráfica de la imagen tanto de color como de detalle. Si la compresión es muy alta la degradación en la calidad de la imagen se hace evidente a simple vista. Si la compresión es baja solo se apreciará con grandes ampliaciones. Además, cada vez que se guarda la imagen se re-procesa y re-comprime, con la consiguiente acumulación de degradaciones. A pesar de todo es el formato más utilizado

#### **JSP**

Siglas de Java Server Pages o Páginas de servidor de Java, es la tecnología para generar páginas web de forma dinámica en el servidor, desarrollado por Sun Microsystems, basado en scripts que utilizan una variante del lenguaje java para construir páginas HTML en servidores.

**Kbps**

Kilobits por segundo. Unidad de medida que comúnmente se usa para medir la velocidad de transmisión por una línea de telecomunicación, como la velocidad de un cable modem por ejemplo.

**KBps**

KiloBytes por segundo.

**Kilobit**

Su abreviatura es Kb. Aproximadamente mil bits (exactamente 1024). Se usa generalmente para referirse a velocidades de transmisión de datos.

**Kilobyte**

Unidad de medida equivalente a 1024 (dos elevado a la 10) bytes. Se usa frecuentemente para referirse a la capacidad de almacenamiento o tamaño de un archivo.

**Kindle**

Lector de libros electrónicos de Amazon.com.

**LECTOR ELECTRÓNICO**

(*EREADER*): Llamaremos lector electrónico a cualquier dispositivo de lectura basado en tecnología de tinta electrónica y orientados a la lectura de eBooks o periódicos digitales.

**Laptop**

Computadora portátil que pesa aproximadamente dos o tres kilogramos. Existen distintos modelos, desde las notebooks comunes hasta las multimedia (dotadas de parlantes, lectora de CD-ROMs, monitor color, etc.). Según su capacidad, tienen una autonomía de corriente eléctrica de dos a seis horas de duración. A raíz de que la tecnología compacta es bastante cara, estos equipos suelen costar prácticamente el doble que sus pares de escritorio, comparando sistemas de capacidades equivalentes.

**LCD**

Liquid Crystal Display. Monitor de Cristal Líquido. Los cristales líquidos se activan por campos eléctricos para producir la imagen del monitor.

**Ley de Moore**

En 1965 Gordon Moore, co-fundador de Intel, afirmó que el número de transistores por pulgada en circuitos integrados se duplicaba cada año. La tecnología tenía futuro. Posteriormente modificó su propia ley al afirmar que el ritmo bajaría, y la densidad de los datos se doblarían aproximadamente cada 18 meses (un crecimiento exponencial: doblar la capacidad de los microprocesadores cada año y medio). Se estima que esta ley sea válida durante dos décadas mas aproximadamente, cuando no se puedan crear

microprocesadores mas pequeños por limitaciones físicas de los materiales usados para crearlos. Para ese entonces lo más probable es que podamos usar cristales para guardar información, por ejemplo.

**Libro electrónico**

Ver e-book.

**Link**

Ver Vínculo.

**Linux**

Se pronuncia Linux, y no "Lay-nux". Es una versión de libre distribución del sistema operativo basada en UNIX. Tiene todas las características que se pueden esperar de un moderno y flexible UNIX. Incluye multitarea, memoria virtual, librerías compartidas, dirección y manejo propio de memoria y TCP/IP.

**Lista de Correo**

Listado de direcciones electrónicas utilizado para distribuir mensajes a un grupo de personas y generalmente se utiliza para discutir acerca de un determinado tema.

**LMS**

(LEARNING MANAGEMENT SYSTEM): Sistema de gestión de aprendizaje. Un LMS es un programa (aplicación de software) instalado en un servidor, que se emplea para administrar, distribuir y controlar las actividades de formación no presencial o e-learning de una institución u organización. Las principales funciones del LMS son: gestionar usuarios, recursos así como materiales y actividades de formación, administrar el acceso, controlar y hacer seguimiento del proceso de aprendizaje, realizar evaluaciones, generar informes, gestionar servicios de comunicación como foros de discusión, videoconferencias, entre otros.

**Login**

Clave de acceso que se le asigna a un usuario con el propósito de que pueda utilizar los recursos de una computadora. El login define al usuario y lo identifica dentro de Internet junto con la dirección electrónica de la computadora que utiliza.

**Lorem ipsum**

Es común ver en los "demos" de paginas web, antes de ser llenados de contenido real, un texto que empieza con "Lorem ipsum". Simplemente es un texto en latín que se empezó a usar con este propósito desde los años 1500; el mismo traspaso la barrera digital y sigue siendo usado; es preferido en vez de escribir "Texto Aquí" por ejemplo ya que tiene una buena distribución de letras.

**Mac OS**

Sistema operativo desarrollándose desde 1984 aprox., por la empresa Apple, para la Macintosh.

**Mapa de Imagen**

Gráfico en la web que actúa como un hotspot enlazando las diferentes áreas de contenido cuando se hace click sobre las distintas partes de la imagen.

**Maximizar**

En entornos gráficos de ventanas, como lo es Windows o Mac OS X por ejemplo, se dice maximizar para referirse a ampliar una ventana hasta su tamaño máximo

**Mbps**

Megabits por Segundo. Unidad de medida de la capacidad de transmisión por una línea de telecomunicación donde cada megabit está formado por 1.048.576 bits.

**Megabyte**

El Megabyte (MB) equivale a un millón de bytes, o mil kilobytes (exactamente 1,048,576 bytes). Hay 1024 Megabytes en un Gigabyte.

**Meta-tags**

Son invisibles para el usuario, pero le indican a los buscadores algunos detalles sobre la página web donde están ubicados. Hay varios meta-tags, entre ellos los más usados: "keyword", en donde se pueden enumerar distintas palabras claves que tienen que ver con el sitio web; "description", en donde se describe en resumen el contenido de la página web. No tienen la misma importancia para los buscadores como antes (los 90's), pero siguen siendo usados.

**MHz**

Unidad de frecuencia que equivale a un millón de ciclos por segundo.

**Microprocesador**

Microchip. Circuito integrado en un soporte de silicón el cual está formado por transistores y otros elementos electrónicos miniaturizados. Es uno de los elementos esenciales de una computadora. Ver Pentium o AMD.

**Microsoft**

Fundada en 1975 por Bill Gates, entre otros. Responsable de los sistemas operativos Windows XP y Vista, del grupo de programas Office (Word, Excel, Powerpoint), de los controles Active X, del navegador Internet Explorer entre muchos otros programas. Ver más en [www.microsoft.com](http://www.microsoft.com)



**MIDI**

En inglés Musical Instrument Digital Interface. Interfaz Digital de Instrumento Musical. Estándar de especificaciones que permiten que cualquier sintetizador, drum machine, etc. de cualquier fabricante se hablen entre ellos y con las computadoras.

**Migración**

Es el acto de preservar la integridad de los datos al transferirla a través de configuraciones distintas de hardware, software y siguientes generaciones de tecnología computacional.

**Minimizar**

En entornos gráficos de ventanas, como lo es Windows o Mac OS X por ejemplo, se dice minimizar para referirse a cuando una ventana se reduce (pero no se cierra) a un icono.

**Mirror**

Espejo. Para hacer referencia a un ftp, disco duro, página web o cualquier otro recurso cuyo contenido es una copia exacta de otro. Estos mirrors son automáticos y en una frecuencia determinada procurando tener una copia exacta del lugar al que le hacen mirror.

**MOBI**

Es el formato de los libros de Mobipocket, la compañía francesa adquirida por Amazon en 2005, y sobre los que se basa el formato AZW de Kindle. Este formato está basado en el estándar Open Book con XHTML. El contenido en este formato se puede generar mediante un software gratuito y fue (y sigue siendo) muy utilizado en dispositivos móviles. Permite también el uso de DRM.

**Modem**

Equipo que permite conectar computadoras por medio de una llamada telefónica, mediante procesos denominados modulación (para transmitir información) y demodulación (para recibir información). El modem ha ido cayendo en desuso, reemplazado por tecnologías más modernas que permiten mayores velocidades que 56K.

**Monitor**

El monitor o pantalla es un periférico de salida que muestra los resultados de los procesamientos, usualmente de forma gráfica, de una computadora. Hay monitores de LCD y CRT.

**Mouse**

Ver Ratón

**MP3**

Estándar MPEG derivado de compresión solamente de audio (MPEG-1, capa 3). Muy eficaz, es capaz de ofrecer gran calidad con una relación de compresión de 12 a 1.

**MPEG, MPG**

Acrónimo del inglés "Moving Picture Experts Group". Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento. Sistema de compresión de vídeo que permite la codificación digital de imágenes en movimiento, y su extensión es mpg.

**MPEG-4**

MPEG-4 es un algoritmo de compresión de videos y gráficas, basado en la tecnología MPEG-1, MPEG-2 y Apple Quick Time. Los archivos MPEG-4 basados en 'wavelet' son mas chicos que JPEG o Quicktime, por lo tanto son usados para transmitir video e imágenes con menos ancho de banda, pueden mezclar video con texto, graficas, y capas de animación 2D y 3D. El formato MPEG-4 se estandarizo en Octubre de 1998 en el documento ISO/IEC #14496, y es el utilizado por la ipod video.

**MS-DOS**

Sistema operativo DOS, de Microsoft. Su entorno es de texto, tipo consola, y no gráfico. Sigue siendo parte importante de los sistemas operativos gráficos de Windows.

**MUD**

Multi-user Dimension. Dimensión Multi-Usuario. Entorno de realidad virtual, basado en texto o gráficos, en el cual los usuarios pueden conversar o interpretar diferentes roles como diversión. Los usuarios entran en el juego desde cualquier parte de Internet y solo tienen que conectarse por medio de la red al sistema donde se guarda el juego para posteriormente interactuar de manera recíproca uno con otro.

**Multi-touch**

Multi-touch es una técnica que permite al usuario interactuar con computadoras sin usar los periféricos de entrada usuales, como mouse o teclado. Multi-touch consiste de una pantalla sensible al tacto o touchpad, así como el software que reconoce que se pueda "tocar" en múltiples puntos de la pantalla a la misma vez, que es muy distinto a la pantalla sensible al tacto estándar como por ejemplo la maquinas de ATM, que solo reconocen que se toque la pantalla una sola vez. Ejemplo notable de uso de la tecnología multi-touch es el Iphone de Apple, y Windows 7, que permiten multi-touch. Una versión futurística se presentó en la película Minority Report.

**Multidifusión**

Método de difusión de información en vivo que permite que ésta pueda ser recibida por múltiples nodos de la red y, por lo tanto, por múltiples usuarios.

**Multimedia**

Información digitalizada que combina texto, gráficos, video y audio.

**Multitasking**

Multitarea o varias tareas al mismo tiempo. Una modalidad de operación del sistema operativo en el cual una computadora trabaja en una o más aplicaciones al mismo tiempo. Con la habilidad de poder correr varios programas al mismo tiempo, el sistema permite que el usuario se mueva fácilmente entre programas y aplicaciones, compartiendo información entre ellos.

**MySQL**

My SQL es uno de los Sistemas Gestores de Bases de Datos más populares. Su ingeniosa arquitectura lo hace extremadamente rápido y fácil de personalizar. La extensiva reutilización del código dentro del software y una aproximación minimalista para producir características altamente funcionales, ha dado lugar a un sistema de administración de base de datos de alta velocidad, compactación, estabilidad y facilidad de despliegue. La exclusiva separación del core server del manejador de tablas, permite funcionar a MySQL bajo control estricto de transacciones o con acceso a disco no transaccional ultrarrápido.

**Ñ**

Se pronuncia "enie". Letra característica del idioma español. Debido a que su código ascii (164 minúscula, 165 mayúscula) se encuentra encima del tope de 7 bits (156), no es posible usarla en una dirección de email o dominio web.

**Navegador**

Ver Browser.

**Navegando la red**

Explorar el Internet en busca de información.

**Netbook**

Computadora portátil pequeña, usualmente con un procesador Intel Atom, por lo que no tienen tanto poder computacional.

**Netiqueta**

Conjunto de normas dictadas por la costumbre y la experiencia que define las reglas de urbanidad y buena conducta que deberían seguir los usuarios de Internet en sus relaciones con otros usuarios.

**Netscape Navigator**

Uno de los primeros navegadores de WWW para las plataformas X-Windows (UNIX), Mac y Windows. Eventualmente fue sacado del mercado por el Internet Explorer, que venia

incluido en las distribuciones de Windows, y no necesariamente por ser mejor. Este navegador ya no existe y su evolución por llamarlo así es Mozilla Firefox.

**Network**

Ver Red

**Networking**

Término utilizado para referirse a las redes de telecomunicaciones en general.

**Newsgroups**

Grupos de Noticias. Recursos en los cuales los usuarios pueden intercambiar información sobre temas específicos al enviar y responder mensajes en público. Es operado normalmente a través de Usenet.

**Nodo**

Cada una de las computadoras individuales u otros dispositivos de la red.

**Notebook**

Computadora portátil. A raíz de que la tecnología compacta es bastante cara, estos equipos suelen costar prácticamente el doble que sus pares de escritorio, comparando sistemas de capacidades equivalentes.

**NTFS**

NTFS (NT file system o a veces New Technology File System) es el sistema de archivos que el sistema operativo Windows NT utiliza para grabar y cargar archivos en un disco duro. NTFS es el equivalente del FAT (file allocation table) de Windows 95 y el High Performance File System (HPFS) de OS/2. Sin embargo, NTFS ofrece mejoras sobre FAT y HPFS en términos de seguridad y rendimiento.

**OCR**

Reconocimiento óptico de caracteres, tecnología que permite leer un documento impreso y transformarlo en un texto digital (por lo general con un scanner) para trabajar en una computadora. Desarrollada en los años 70 por Raymond Kurzweil.

**Octeto**

Término utilizado para referirse a los ocho bits que conforman un byte. No obstante, este término se usa a veces en vez de byte en la terminología de redes porque algunos sistemas tienen bytes que no están formados por 8 bits.

**Offline**

No estar conectado a la red.

**Online**

Término en inglés que literalmente se traduce al español como "en línea". Se refiere a estar conectado a una red (usualmente se usa para el internet).

**Open source**

Código fuente abierto software libre, se refiere a un programa cuyo código fuente está disponible al público general, gratis, para usar y modificar. El software libre no es siempre software gratuito (equivocación bastante habitual que tiene su origen de la palabra en inglés "free" que significa tanto "libre" como "gratuito").

**Operadores Booleanos**

Operadores lógicos que permiten realizar búsquedas complejas. Cada herramienta de búsqueda tiene distintos operadores, aunque existen unos cuantos que tratan de ser universales como: AND (Y), el OR (o), y NOT (no).

**Oracle**

Oracle es una herramienta cliente/servidor para la gestión de Bases de Datos.  
<http://www.oracle.com>

**Ordenador**

Como se conoce comúnmente a la computadora.

**Página Web**

Resultado en hipertexto o hipermedia que proporciona un navegador del WWW después de obtener la información solicitada. Su contenido puede ir desde un texto corto a un voluminoso conjunto de textos, gráficos estáticos o en movimiento, sonido, etc. Algunas veces el citado término es utilizado incorrectamente en orden de designar el contenido global de un sitio web, cuando en ese caso debería decirse "Web site".

**P2P**

Peer-to-Peer. Comunicación bilateral exclusiva entre dos personas a través de Internet para el intercambio de información en general y de archivos en particular (ej, BitTorrent, eMule).

**Paquete**

Un paquete es un pedazo de información enviada a través de la red. La unidad de datos que se envía a través de una red la cual se compone de un conjunto de bits que viajan juntos. En Internet la información transmitida es dividida en paquetes que se reagrupan para ser recibidos en su destino.

**Paradigma**

Conjunto de conocimientos y creencias que forman una visión del mundo (cosmovisión), en torno a una teoría hegemónica en un periodo histórico determinado, y que cuenta con el consenso de la comunidad científica a la que representa. Formas básicas de percibir, pensar, y evaluar, asociadas a esa percepción de la realidad particular.

**Password**

Ver Contraseña.

**PayPal**

PayPal es una aplicación basada en Web para la transferencia segura de fondos, entre cuentas de miembros. Las cuentas son gratuitas y no cuesta enviar dinero, pero el que recibe el dinero debe pagar una comisión a PayPal. Max Levchin y Peter Theil fundaron PayPal en 1998, y en 2002 fue comprada por EBay.

**PCI**

Payment Card Industry (Industria de Pagos con Tarjeta) es una serie de estándares de seguridad creados para manejar transacciones financieras; por ejemplo establecer la forma de proteger un punto de venta de posibles transacciones fraudulentas.

**PCMCIA**

Tarjeta estandarizada de expansión, del tamaño de una tarjeta de crédito, utilizada en ordenadores personales. En telecomunicaciones, uno de sus principales usos es la transmisión de mensajes, datos y faxes a través de computadoras portátiles y teléfonos móviles.

**PDA**

Personal Digital Assistant (Asistente Digital Personal) - Computadora muy pequeña cuya principal función era, en principio, mantener una agenda electrónica. Han avanzado muchísimo, dando paso a los nuevos teléfonos celulares "inteligentes", que empezó con el Treo, de la empresa Palm que por ahora se ha quedado atrás, y ha evolucionado a aparatos muy avanzados como el iPhone y Blackberry (dejando a Treo atrás), por ejemplo. Irónicamente, estos celulares inteligentes son los que han hecho que las PDA sean cada vez menos usadas, aunque en el área corporativa son muy populares; las PDA son usadas para llevar inventarios móvil en bodegas, tomador de pedidos, etc.

**PDF**

Portable Document Format (Formato de Documento Portable), formato gráfico creado por la empresa Adobe el cual reproduce cualquier tipo de documento en forma digital idéntica, permitiendo así la distribución electrónica de los mismos a través de la red en forma de archivos PDF. El programa gratuito Acrobat Reader, de Adobe, permite la visualización de los mismos.

**Pentium**

Microprocesador de 64 bits, sucesor del chip 80468, de la empresa Intel. Lo llamaron así puesto que la corte Norteamericana no aceptó 586 o 80586 como marca registrada. Fue lanzado al mercado en 1993. Al pasar los años, Pentium ha evolucionado a P1, P2, P3 y P4, P4EE.

**Periféricos**

Aparatos o equipos electrónicos, (como monitores, impresoras, teclados, escaners, etc.), adicionales a una computadora (formada por memoria principal y CPU); se usa habitualmente para definir a los elementos que se conectan externamente a un puerto de la computadora.

**Petabyte**

Un Petabyte (PB) corresponde a 1.024 billones (1,125,899,906,842,624) de bytes, que equivalen a 1024 Terabytes. Todavía no se han desarrollado memorias ni dispositivos de almacenamiento de esta capacidad. Hay 1024 petabytes en un Exabyte.

**Phishing**

"Phishing" (pronunciado como "fishing", "pescar" en inglés) se refiere a comunicaciones fraudulentas diseñadas para inducir a los consumidores a divulgar información personal, financiera o sobre su cuenta, incluyendo nombre de usuario y contraseña, información sobre tarjetas de crédito, entre otros. El correo electrónico comúnmente es utilizado como una herramienta de "phishing" debido a su bajo costo, mayor anonimato para quien lo envía, la habilidad de alcanzar instantáneamente a un grupo grande de usuarios, y el potencial de solicitar una respuesta inmediata. Sin embargo, los estafadores también han usado ventanas "pop-up", correo directo y llamadas telefónicas.

**Photoshop**

Programa hecho por Adobe para diseño y manejo de gráficas.

**PHP**

Hypertext Preprocessor. Lenguaje de script diseñado para la creación de páginas web activas (similares a ".asp" de Microsoft), muy popular en Linux, aunque existe también versión para sistemas Microsoft. Concebido en el tercer trimestre de 1994 por Rasmus Lerdorf, es usado principalmente para la programación de CGI para páginas web, destaca por su capacidad de ser embebido en el código HTML.

**Picasa**

Software gratuito de Google para organizar fotos digitales y compartirlas.

**PIN**

Siglas del inglés Personal Identification Number (Número de Identificación Personal). Es una contraseña numérica.

**Píxel**

El componente más pequeño y discreto de una imagen en un monitor o pantalla. Es un punto mínimo. Mientras mayor es el número de píxeles por pulgada, mayor es la resolución.

**PIZARRA DIGITAL**

También denominada Pizarra Digital Interactiva (PDi) consiste en un ordenador conectado a un video-proyector, que proyecta la imagen de dicho ordenador sobre una superficie lisa y rígida, sensible al tacto o no, desde la que se puede controlar el ordenador, hacer anotaciones manuscritas sobre cualquier imagen proyectada, así como guardarlas, imprimirlas, enviarlas por correo electrónico y exportarlas a diversos formatos. La principal función de la pizarra es pues controlar el ordenador mediante esta superficie con el dedo, un bolígrafo u otro dispositivo como si de un ratón se tratara. La introducción de las pizarras digitales es una de las últimas grandes innovaciones introducidas en el aula de clase aunque su uso sigue siendo testimonial. Con su popularización las editoriales deberán satisfacer la demanda de contenidos que estas generarán.

**PLESK**

Programa que permite la fácil administración de emails y páginas web entre otras cosas.

**Plug and Play**

Característica del sistema operativo de un PC en orden de reconocer los dispositivos hardware a él conectados y ponerlos en funcionamiento de forma rápida y sencilla. Esta capacidad se popularizó a partir de la aparición del sistema operativo Windows 95 de Microsoft, que la incorporaba.

**Plugins**

Programas que se agregan a un navegador del WWW los cuales realizan funciones determinadas. Producen la visualización de archivos multimedia y dan soporte a archivos gráficos no estándares con el visualizador.

**PNG**

El PNG, Gráficos Portátiles de Red (Portable Network Graphics) es un formato de imágenes gráficas comprimidas. El formato GIF está patentado por Compuserve (actualmente propiedad de América Online), y su uso en programas de manejo de imágenes involucra la solicitud de licencias y otras consideraciones legales. (Los usuarios de la Red pueden crear, ver y enviar imágenes GIF libremente, pero no pueden desarrollar programas que las generen o traten sin un acuerdo con Compuserve.) El formato PNG, por otro lado, fue



desarrollado por un comité de Internet expresamente para estar libre de patentes. Proporciona varias ventajas sobre el formato GIF. Como un GIF, un archivo PNG está comprimido de modo que no pierda información (lo cual significa que toda la información de la imagen queda restaurada cuando el archivo se descomprime para verlo). El archivo PNG no pretende reemplazar al formato JPEG, que sí es "de pérdida", pero permite a su creador negociar entre el tamaño del archivo y la calidad de la imagen cuando se comprime la imagen. Comúnmente, una imagen en un archivo PNG puede estar comprimida de un 10 a un 30% más que en formato GIF.

**Podcast**

La unión de iPod con "Broadcast". Básicamente es una transmisión, por ejemplo de noticias, que puede ser vista y escuchada cuando el usuario desee en su iPod, y dependiendo del modelo de iPod, puede mostrar video.

**Pop-Up**

Formato publicitario el cual consiste en una ventana flotante desplegada en pantalla, sobre la página visitada, al cual se debe hacer click en alguna parte de la misma. El uso excesivo de los "pop-ups" ha creado un nicho en el mercado, con el lanzamiento de programas "Pop-Up Stoppers", que permiten al usuario escoger cuales abrir y cuales no.

**Portal**

Página web con la cual un usuario empieza su navegación por el WWW. Un portal no necesariamente tiene que ser una página web con servicios de noticias, emails gratuitos, foros, etc. Si alguien decide usar una página web para empezar su navegación, entonces esa página es un portal. Claro que mientras más personas coinciden en usar la misma página de inicio, el portal se vuelve más famoso. Un ejemplo de un portal por excelencia, Google, MSN o Yahoo.

**PROCESADORES DE TEXTO**

Un procesador de texto es una aplicación informática destinada a la creación o modificación de documentos escritos por medio de un ordenador. Los procesadores de texto son la piedra roseta la edición digital puesto que su popularización ha permitido que todos los contenidos editoriales se generen de manera digital. Es también una de las herramientas básicas en los flujos de trabajo editorial y son compatible con los flujos basados en XML.

**Printer**

Ver impresora.

**Programación Orientada a Objetos**

Programación Orientada a Objetos (POO) es una filosofía de programación que se basa en la utilización de objetos. El objetivo de la POO es "imponer" una serie de normas de desarrollo que aseguren y faciliten la mantenibilidad y reusabilidad del código.

**Programas**

Ver software.

**Protocolo**

Descripción formal de formatos de mensaje y de reglas que dos computadoras deben seguir para intercambiar dichos mensajes. Un protocolo puede describir detalles de bajo nivel de las interfaces máquina a máquina o intercambios de alto nivel entre programas de asignación de recursos.

**Proxy**

Servidor especial encargado, entre otras cosas, de centralizar el tráfico entre Internet y una red privada, de forma que evita que cada una de las máquinas de la red interior tenga que disponer necesariamente de una conexión directa a la red. Al mismo tiempo contiene mecanismos de seguridad (firewall o cortafuegos) los cuales impiden accesos no autorizados desde el exterior hacia la red privada. También se le conoce como servidor cache.

**Puente**

Dispositivos que tienen usos definidos como interconectar segmentos de red a través de medios físicos diferentes (es usual ver puentes entre un cable coaxial y otro de fibra óptica). Además, pueden adaptar diferentes protocolos de bajo nivel (capa de enlace de datos y física de modelo OSI).

**Puerto**

Número que aparece tras un nombre de dominio en una URL. Dicho número va precedido del signo (dos puntos). Canal de entrada/salida de una computadora.

**Quicktime**

Formato popular de video el cual puede desplegar películas, sonido y panoramas envolventes de forma que los objetos pueden girar en la pantalla.

**QWERTY**

QWERTY es la forma como se le denomina al tipo de teclado que más se usa en la actualidad. El nombre viene de la forma como están distribuidas las letras y los caracteres. Las teclas en la fila superior debajo de los números forman la palabra QWERTY al leerlas de izquierda a derecha.

**Rack**

El Rack es un armario que ayuda a tener organizado todo el sistema informático de una empresa. Posee unos soportes para conectar los equipos con una separación estándar de 19". Debe estar provisto de ventiladores y extractores de aire, además de conexiones adecuadas de corriente.

**Raid**

Array Independent Disk. RAID es un método de combinación de varios discos duros para formar una única unidad lógica en la que se almacenan los datos de forma redundante. Ofrece mayor tolerancia a fallos y más altos niveles de rendimiento que un sólo disco duro o un grupo de discos duros independientes.

**RAM**

Random Access Memory (memoria de acceso aleatorio), es la memoria temporal, que se borra apenas se apaga la computadora.

**RAM Disk**

Se refiere a la RAM que ha sido configurada para simular un disco duro. Se puede acceder a los archivos de un RAM disk de la misma forma en la que se acceden a los de un disco duro. Sin embargo, los RAM disk son aproximadamente miles de veces más rápidos que los discos duros.

**Ratón**

(Mouse) Dispositivo electrónico de pequeño tamaño operable con la mano y mediante el cual se pueden dar instrucciones a la computadora, para que lleve a cabo una determinada acción.

**Real Audio**

Programa desarrollado por la empresa norteamericana RealNetworks el cual permite a los usuarios de la WWW escuchar archivos multimedia (audio y video, o solamente audio) en tiempo real (o casi real dependiendo del tiempo de respuesta).

**Realidad Aumentada**

Término utilizados en las tecnologías móviles inalámbricas de última generación. Para disponer de ella, el terminal debe disponer de cámara, GPS y conexión permanente a internet. Básicamente se reduce a lo siguiente: Si con la cámara estamos enfocando, por ejemplo, a un edificio en una ciudad determinada, el GPS toma los datos de la ubicación del teléfono y la posición geográfica a la que "apunta" la cámara. Con esta información busca en internet información sobre dicho edificio, mostrándola en una capa semitransparente superpuesta a la imagen de la cámara. Sobre esta capa de información es posible interactuar, navegando por la información que se nos ofrece sobre ese lugar.

**Realidad Virtual**

Término futurista el cual pretende describir la interacción de los seres humanos en mundos virtuales o simulados creados por programas como el VMRL.

**Red**

Network en inglés. Sistema de comunicación de datos que conecta entre sí sistemas informáticos situados en lugares más o menos próximos. Puede estar compuesta por diferentes combinaciones de diversos tipos de redes.

**Red de Acceso**

Conjunto de elementos que permiten conectar a cada abonado con la central local de la que es dependiente.

**Red de Área Local**

Ver LAN

**Red Inalámbrica**

Red que no utiliza como medio físico el cableado sino el aire y generalmente utiliza microondas o rayos infrarrojos. Ver WiFi.

**Red Privada Virtual**

Red en la que al menos alguno de sus componentes utiliza la red Internet pero que funciona como una red privada, empleando para ello técnicas de cifrado.

**Redes sociales**

Las redes sociales como Facebook, Twitter, Google Buzz, LinkedIn, entre otros, usualmente son sitios web que permiten la fácil interacción entre personas por medios digitales. Cada uno tiene su forma particular de funcionar, pero al final la idea central es conectar a las personas, sacrificando un poco la privacidad.

**Registro de Internet**

Cualquiera de los organismos delegados por ICANN para temas relacionados con direcciones de la red.

**REPOSITORIO**

Es una aplicación que permite el almacenaje de contenido susceptible de ser reutilizable. En edición los repositorios se usaban tradicionalmente para almacenar imágenes que luego se buscaban mediante el uso de meta información, aunque actualmente también se almacenan contenidos etiquetados.

**Resolución de pantalla**

Cantidad de píxeles que se pueden ubicar en un determinado modo de pantalla. Estos píxeles están a su vez distribuidos entre el total de horizontales y el de verticales. Todos los monitores pueden trabajar con múltiples modos, pero dependiendo del tamaño del monitor, unos nos serán más útiles que otros. Un monitor cuya resolución máxima sea de 1024x768 píxeles puede representar hasta 768 líneas horizontales de 1024 píxeles cada una, probablemente además de otras resoluciones inferiores, como 640x480 u 800x600.

**Respaldo**

Ver Backup

**RGB**

RGB es un modelo de color (Red Green Blue) utilizado normalmente para presentar color en los sistemas de video, cámaras, y monitores de ordenadores. Representa todos los colores como combinaciones de rojo, verde y azul.

**Robots**

Programas que viajan en el Web con el fin de indexar páginas y localizar errores con el fin de alimentar a los buscadores. Estos programas son enviados y mantenidos por los motores de búsqueda. Ver Spiders para explicaciones de cómo funciona Google, o ver BOT para una explicación más general.

**ROM**

Read Only Memory (memoria de solo lectura); de esta memoria, solo se puede leer pero no modificar.

**Root**

Raíz. Puede referirse al directorio inicial de un sistema de archivos, o también al usuario que administra un sistema Unix / Linux.

**Router**

Un dispositivo que determina el siguiente punto de la red hacia donde se dirige un paquete de data en el camino hacia su destino. El router esta conectado por lo menos a dos redes, y determina hacia que lado enviar el paquete de data dependiendo en el entendimiento del router sobre las redes que esta conectado. Los routers crean o mantienen una "tabla" de rutas disponibles, y usa esta informacion para darle la mejor ruta a un paquete, en un determinado momento.

**RSS**

Really Simple Syndication. Sindicación Realmente Simple. Es parte de la familia del formato XML. Permite que se pueda compartir la información y usarla en otros sitios web o programas. A esto se le conoce como redifusión o sindicación. Es muy usado por los sitios

web para distribuir y compartir noticias, o cualquier tipo de contenido. Se necesita un software para distribuirlo y uno para leerlo, pero aunque esto sea el caso, RSS es muy popular.

**Ruta absoluta**

Una ruta absoluta es aquella que parte del directorio raíz (es decir, parte de la carpeta que contiene a cualquier otra, y que normalmente se designa simplemente por el carácter /). Ejemplo: /usr/local/

**Ruta relativa**

Es una ruta que parte del directorio actual como origen. Esta ruta sólo es relativa a un directorio. Empiezan por lo general sin el carácter /, ejemplo: ../../yomismocom.html

**Safari**

Navegador (browser) de la empresa Apple, con versiones para Windows y Mac.

**SAP**

La corporación SAP fue fundada en 1972 y se ha desarrollado hasta convertirse en la quinta más grande compañía mundial de software. EL nombre SAP es al mismo tiempo el nombre de una empresa y el de un programa de computadora. Este sistema comprende muchos módulos completamente integrados, que abarca prácticamente todos los aspectos de la administración y contabilidad empresarial.

**SDRAM**

Siglas del inglés Synchronous Dynamic Random Access Memory (Memoria de Acceso Síncrono Dinámico Aleatorio). Las memorias SDRAM pueden correr a 133 Mhz, que es mucho más rápido que tecnologías de RAM anteriores.

**Sector de arranque**

Parte de un disco reservada para el bootstrap loader de un sistema operativo, un pequeño programa en lenguaje de máquina que reside en la ROM y que se ejecuta automáticamente cuando la PC es reiniciada o apagada, después de algunas pruebas básicas de hardware el programa llama a otros programas mayores que a su vez llaman al sistema operativo.

**Servidor**

Un servidor es una computadora que maneja peticiones de data, email, servicios de redes y transferencia de archivos de otras computadoras (clientes). También puede referirse a un software específico, como lo es el servidor WWW. Una computadora puede tener distintos software de servidor, proporcionando muchos servidores a clientes en la red. Por ejemplo, las computadoras que contienen sitios web se llaman servidores ya que sirven recursos de web para aplicaciones cliente como los navegadores o browsers.

**Servidor de Correo**

Un servidor de correo (mail server) es la computadora donde se ejecuta un programa de gestión de emails, como por ejemplo Sendmail, Qmail y Microsoft Exchange.

**Servidor Seguro**

Tipo especial de servidor diseñado con el propósito de dificultar, en la mayor medida posible, el acceso de personas no autorizadas a la información en él contenida. Se destaca que un tipo de servidor seguro especialmente protegido es el utilizado en las transacciones de comercio electrónico.

**Servidor Web**

Un servidor web es el programa, y la computadora que lo corre, que maneja los dominios y páginas web, interpretando lenguajes como html y php, entre otros. Ejemplos: Apache y Microsoft IIS.

**Sesión Remota**

Uso de los recursos de una computadora desde una terminal la cual no se encuentra cercana a dicha computadora.

**Shareware**

Programas que pueden ser obtenidos por Internet en computadoras con archivos de dominio público. La regla de su uso es que solicitar su pago después de un periodo de evaluación (por lo regular 30 días).

**Shopcart**

Ver Carrito de Compras.

**SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTENIDOS**

*CONTENT MANAGEMENT SYSTEM (CMS)*: También conocido como “Gestor de Contenidos” es una colección de procedimientos que se agrupan en una aplicación para manejar flujos de trabajo en entornos colaborativos de creación de contenidos. Si bien los CMS para uso Web son los más populares (Joomla, Wordpres, etc.) los CMS para editoriales (con flujos de trabajo basados en XML) comienzan a extenderse cada vez más.

**Sistema Operativo**

Operating System (OS) en inglés. Programa especial el cual se carga en una computadora al prenderla, y cuya función es gestionar los demás programas, o aplicaciones, que se ejecutarán, como por ejemplo, un procesador de palabras o una hoja de cálculo, un juego o una conexión a Internet. Windows, Linux, Unix, MacOS son todos sistemas operativos.

**Sitio Web**

Ver Web site.

**SMS**

Short Message System, Sistema de Mensajes Cortos, es el servicio de envío y recepción de mensajes escritos de pequeño tamaño usualmente a través de celulares.

**SMTP**

Protocolo Simple de Transferencia de Correo. Es definido en STD 10, RFC 821, y se usa para la transferencia de correo electrónico entre computadoras. Es un protocolo de servidor a servidor, de forma que para poder leer los mensajes se deben utilizar otros protocolos.

**Sniffer**

Programa que busca palabras claves que se le hayan impartido en los paquetes que atraviesan un nodo con el objetivo de conseguir información y normalmente se usa para fines ilegales. Por ejemplo, a un sniffer se le puede instruir que busque la palabra clave "password". No es tan sencillo en realidad. De todas formas, este tipo de problemas son fácilmente solucionables con algún tipo de política de seguridad electrónica, como un firewall.

**Software**

Se refiere a programas en general, aplicaciones, juegos, sistemas operativos, utilitarios, antivirus, etc. Lo que se pueda ejecutar en la computadora.

**Software libre**

Ver open source.

**Spam**

Envío masivo, indiscriminado y no solicitado de publicidad a través de email.

**Spiders**

El más conocido es Google, también Altavista, Alltheweb, MetaCrawler y otros. Cada uno consiste en un software y miles de servidores que rastrean toda la Internet bajando y guardando todas las páginas que encuentran. El texto de cada página es "desarmado" y alojado en una base de datos relacional. En un proceso mucho más complejo que lo ahora explicado. Se debe correlacionar cada palabra (o grupos de palabras) con las direcciones [URL's] de las páginas.

**Spyware**

Spyware son unos pequeños programas cuyo objetivo es mandar información, generalmente a empresas de mercadeo, del uso de internet, websites visitados, etc. del



usuario, por medio del internet. Usualmente estas acciones son llevadas a cabo sin el conocimiento del usuario, y consumen ancho de banda, la computadora se pone lenta, etc.

### **SQL**

Structured Query Language. Es un lenguaje especializado de programación que permite realizar consultas (queries) a bases de datos. Los orígenes del SQL están ligados a los de las bases de datos relacionales. En 1970 Dr. E.F. Codd, investigador de IBM, propone el modelo relacional y asociado a este un sublenguaje de acceso a los datos basado en el cálculo de predicados. Basándose en estas ideas los laboratorios de IBM definen el lenguaje SEQUEL (Structured English QUery Language) que más tarde sería ampliamente implementado por el SGBD experimental System R, desarrollado en 1977 también por IBM. Sin embargo, fue Oracle quien lo introdujo por primera vez en 1979 en un programa comercial.

### **Streaming video**

Secuencia de video. Método de transmisión de imágenes en movimiento (una película) a través de Internet. Las imágenes, que pueden ser pregrabadas o emitidas en directo y pueden ir acompañadas de sonido, se transmiten comprimidas para optimizar el tiempo de envío. El usuario, que debe contar con un programa de visualización de las mismas, normalmente integrado en su navegador, las recibe a medida que van llegando. Si las imágenes van con sonido, a este tipo de transmisión se le denomina streaming media.

### **Sun Microsystems**

Empresa ubicada en Mountain View, California que fabrica hardware y software para computadoras. Es mejor conocida por crear programas para UNIX, y en los últimos años por desarrollar el lenguaje de programación, Java. Otros productos de Sun, entre muchos, están las estaciones de trabajo SPARC y el ambiente de UNIX, Solaris.

### **Switch**

En una red, un switch es un equipo que por medio de la dirección física del equipo (Mac address) en los paquetes de data determina a que puerto reenviar la data. Usualmente se asocia con el " Gateway".

### **TAXONOMÍA**

Etimológicamente hablando, taxonomía procede de los términos griegos "taxis", ordenación, y "nomos", norma. Una taxonomía es un tipo de vocabulario controlado en que todos los términos están conectados mediante algún modelo estructural (jerárquico, árbol, facetado, etc.) y especialmente orientado a los sistemas de navegación, organización y búsqueda de contenidos de los sitios web.

**TBps**

Terabytes por segundo.

**Tbps**

Terabits por segundo.

**TCP/IP**

El nombre TCP/IP proviene de dos protocolos importantes de la familia, el Transmission Control Protocol (TCP) y el Internet Protocol (IP). En español es Protocolo de Control de Transmisión y Protocolo de Internet. Forma de comunicación básica que usa el Internet, la cual hace posible que cualquier tipo de información (mensajes, gráficos o audio) viaje en forma de paquetes sin que estos se pierdan y siguiendo cualquier ruta posible.

**Teclado**

Periférico de entrada utilizado para dar instrucciones y/o datos a la computadora a la que está conectada. Existen distintas disposiciones de teclado, para que se puedan utilizar en diversos idiomas. El tipo estándar de teclado inglés se conoce como QWERTY. El teclado extendido es el que tiene 101 ó 102 teclas. Las primeras computadoras personales tenían un teclado que incorporaba letras, números y signos, con algo más de 80 teclas, a su lado, se incorporó el conjunto de teclas de números, por lo que recibió la nueva denominación.

**Teleconferencia**

Consiste en mantener una conferencia por TV con varias personas a la vez. Se logra mediante cámaras y monitores de videos ubicados en las instalaciones del cliente o en un centro de conferencias público. El video de pantalla completa y de movimiento pleno a 30 cuadros por segundo requiere una red con un gran ancho de banda.

**Telefonía IP**

La señal analógica de la voz es convertida en señal digital que puede transitar por Internet. La calidad del sonido en las redes TCP/IP depende del ancho de banda del que se dispone.

**Telnet**

Servicio de internet con el cual un usuario se puede conectar de forma remota a otra computadora, como si se hiciera desde un terminal local, usualmente por el puerto 23. Es preferible usar otros programas más actualizados como ssh2, ya que telnet tiene vulnerabilidades.

**Terabyte**

Un Terabyte (TB) equivale a algo más de mil billones de bytes, concretamente 1,024 ( $2^{40}$ ) o 1024 Gigabytes. Todavía no se han desarrollado memorias de esta capacidad aunque sí dispositivos de almacenamiento. Hay 1024 Terabytes en un Petabyte.

**Tienda virtual**

Página web donde se pueden realizar compras en línea.

**TIFF**

(Formato de Archivo de Imagen con Etiquetas) Formato gráfico utilizado para representar archivos con el fin de ser visualizados por los programas navegadores más habituales de forma que se requiere instalar en éstos un plugin específico.

**TINTA ELECTRÓNICA**

Es una tecnología desarrollada para imitar electrónicamente la apariencia de la tinta sobre el papel. Aunque existen varios tipos la más popular es la desarrollada por la empresa EINK. A diferencia de las pantallas retroluminiscentes la tinta electrónica refleja la luz de la misma manera que lo hace el papel. Se caracteriza también por su bajo consumo de energía. Su principal desventaja es la velocidad de refresco (el cambio de página) y su aún limitado uso de los colores. Es la tecnología que utilizan la mayoría de los lectores electrónicos modernos (Sony, Kindle, etc.).

**Tráfico de un sitio web**

Generalmente el número de personas que visitan un website. Se puede medir de distintas formas, siendo las "visitas únicas" las más cercanas a la realidad. Los "hits" son englobados y no proporcionan información útil.

**Transferencia de Archivos**

Copia de un archivo desde un ordenador a otro a través de una red de computadoras.

**Troyano**

Programa informático que lleva en su interior la lógica necesaria para que el creador del programa pueda acceder al interior del sistema en el que se introduce de manera subrepticia (de ahí su nombre).

**Twitter**

Red social en donde los usuarios que están registrados pueden tener su propia página en donde pueden escribir lo que quieran, pero cada mensaje tiene un límite relativamente bajo de caracteres. De esta forma se generan mensajes cortos. Se puede actualizar el status de la página de twitter incluso desde un celular. Los usuarios tienen la opción de "seguir" a cualquier persona y leer sus comentarios. Artistas de cine y farándula se comunican por este medio con el público en general, y a veces millones de personas los "siguen". Sitio web: [twitter.com](https://twitter.com).

**Ubuntu**

Distribución de Linux basada en Debian.

**Unidad Aritmético / Lógica**

Esta unidad realiza cálculos (suma, resta, multiplicación y división) y operaciones lógicas (comparaciones). Transfiere los datos entre las posiciones de almacenamiento. Tiene un registro muy importante conocido como: Acumulador ACC. Al realizar operaciones aritméticas y lógicas, la UAL mueve datos entre ella y el almacenamiento. Los datos usados en el procesamiento se transfieren de su posición en el almacenamiento a la UAL. Los datos se manipulan de acuerdo con las instrucciones del programa y regresan al almacenamiento. Debido a que el procesamiento no puede efectuarse en el área de almacenamiento, los datos deben transferirse a la UAL. Para terminar una operación puede suceder que los datos pasen de la UAL al área de almacenamiento o varias veces.

**Unidad de control**

Es en esencia la que gobierna todas las actividades de la computadora, así como el CPU es el cerebro de la computadora, se puede decir que la UC es el núcleo del CPU. Supervisa la ejecución de los programas. Coordina y controla al sistema de cómputo, es decir, coordina actividades de E/S. Determina que instrucción se debe ejecutar y pone a disposición los datos pedidos por la instrucción. Determina donde se almacenan los datos y los transfiere desde las posiciones donde están almacenados. Una vez ejecutada la instrucción la Unidad de Control debe determinar donde pondrá el resultado para salida ó para su uso posterior.

**UNIX**

Sistema operativo especializado en capacidades de multiusuario y multitarea. Alta portabilidad al estar escrito en lenguaje C, lo que lo hace independiente del hardware.

**Upload**

Proceso de transferir información desde una computadora personal generalmente un servidor.

**URL**

Acrónimo de Uniform Resource Locator. Localizador Uniforme de Recurso. Es el sistema de direcciones en Internet.

**Usabilidad**

En informática, usabilidad se refiere a la elegancia y claridad con la cual la interfase de usuario de un programa o website es diseñado. Por ejemplo, un experto en usabilidad puede observar y conversar con los usuarios del programa o website para mejorar fallas en el diseño que no hayan sido anticipadas. También ver arquitectura de información.

**USB**

Universal Serial Bus - Estándar utilizado en las PCs con el fin de reconocer los dispositivos hardware (impresora, teclado, etc.) y ponerlos en funcionamiento de forma rápida y sencilla. Elimina la necesidad de instalar adaptadores en la PC.

**Usuario**

Persona que tiene una cuenta en una determinada computadora por medio de la cual puede acceder a los recursos y servicios que ofrece una red. Puede ser tanto usuario de correo electrónico como de acceso al servidor en modo terminal. Un usuario que reside en una determinada computadora tiene una dirección única de correo electrónico.

**VGA**

Video Graphics Array. Norma de visualización de gráficos para computadoras creada en 1987 por IBM. La tarjeta de video VGA se convirtió en el estándar más aceptado para PCs. Con varios modos de visualización con resoluciones distintas, entre 16 colores a 640x480, o 256 colores a 320x200. Las tarjetas de video actuales son capaces de resoluciones mayores.

**Video conferencia**

Sistema que permite la transmisión en tiempo real de video, sonido y texto a través de una red; ya sea en una red de área local (LAN) o global (WAN). El hardware necesario se compone de a) tarjeta de sonido y video, video cámara, micrófono y bocinas. La velocidad de transmisión lograda actualmente es de 10 cuadros por segundo y se incluye un soporte vía módem.

**Vínculo**

Link. Apuntadores hipertexto que sirven para saltar de una información a otra, o de un servidor web a otro, cuando se navega por Internet.

**Virtual**

Término de frecuente utilización en el mundo de las tecnologías de la información y de las comunicaciones el cual designa dispositivos o funciones simulados.

**Virus**

Programa que se duplica a sí mismo en un sistema informático incorporándose a otros programas que son utilizados por varios sistemas. Este tipo de programas pueden actuar de diversas maneras como son: Tratar de pasar desapercibidos para causar el mayor daño posible.; Adueñarse de las funciones principales.

**Visita**

En internet, una visita es el recorrido que un usuario hace por un sitio web. Dicho recorrido puede ser corto o largo en el tiempo, accediéndose a una o más páginas del sitio

web visitado y pudiendo ser controlado desde éste por medio de cookies, lo que puede ser un riesgo para la intimidad del usuario. Ver Tráfico de un sitio web.

**Visual Basic**

Lenguaje de programación de Microsoft orientado a eventos y utilizado principalmente para realizar consultas a bases de datos de Microsoft como Fox Pro, SQL, etc. que funcionan en servidores Windows.

**W3C**

El World Wide Web Consortium (W3C) es un consorcio internacional en donde organizaciones, los usuarios y empleados de tiempo completo desarrollan estándares y especificaciones relacionados al WWW. Se creó en 1994 por Tim Berners-Lee, inventor del World Wide Web y otros. <http://www.w3.org/>

**WAN**

Siglas del inglés Wide Area Network (Red de Área Amplia). Es una red de computadoras conectadas entre sí, usando líneas terrestres o incluso satélites para interconectar redes [LAN](#) en un área geográfica extensa que puede ser hasta de miles de kilómetros.

**warez**

En el argot de Internet, se refiere a software que haya sido pirateado o copiado ilegalmente.

**wav**

Extensión de tipo de formato de sonido. Tamaño variable que depende de si es de 8 o 16 bits, si es sonido estéreo o mono, etc.

**Web 2.0**

Se usa como un término para referirse de forma general, a todo sitio que sea dinámico. Los sitios Web 2.0 permiten al usuario mayor interactividad y realizar cosas que en sitios normales no se puede. Por ejemplo, el "arrastre" (drag and drop) de fotos u otros elementos, haciendo de la experiencia web algo más parecido al uso de la PC o Mac.

**Web page**

Ver Página Web

**Web site**

Sitio web. Conjunto de páginas web que usualmente comparten un mismo tema e intención.

**Webcam**

Cámara Web. Cámara de video cuyas imágenes, bien en directo bien en diferido, son difundidas por Internet desde un sitio web.

**Webmail**

Servicio que permite gestionar el correo electrónico desde un sitio web el cual es de gran utilidad para personas que tienen que desplazarse con frecuencia y lo ofrecen habitualmente los proveedores de acceso a Internet.

**Webmaster**

Administrador de Web - Persona responsable de la gestión y mantenimiento de un servidor web, principalmente desde el punto de vista técnico; por lo que no debe ser confundido con un editor de web. Por ejemplo, el webmaster es el que usualmente recibe los emails enviados por el servidor, anunciando errores o cualquier tipo de actividad.

**WiFi**

Abreviatura en inglés para "wireless fidelity". Un tipo de red inalámbrica que usa el protocolo inalámbrico de alcance limitado IEEE 802.11b, que transmite datos en banda ancha en el rango espectral de 2.4 GHz. Ha ganado aceptación en mucho ambientes como una alternativa viable a los LANs cableados. Muchos hoteles, restaurantes, aeropuertos, etc. ofrecen acceso público a Internet por medio de WiFi.

**Wii**

Wii es el nombre de la videoconsola de séptima generación de Nintendo, que es la sucesora de Nintendo GameCube. La principal característica de Wii es el control inalámbrico de la consola, bautizado como Wii Remote o también Wiimote por su parecido a un control remoto de TV (Remote Control en Inglés), que es capaz de detectar el movimiento y rotación en un espacio de tres dimensiones.

**Wiki**

Un website que permite que los usuarios editen contenido. Si uno tiene algo que aportar o corregir, puede oprimir el botón de editar, que usualmente esta arriba o al final de la pagina, y escribir. Para tener su propio wiki se necesita software especial.

**Wikipedia**

Una enciclopedia de contenido gratuito, multilenguaje (por lo menos 200 lenguajes), escrita por miles de voluntarios alrededor del mundo y patrocinado por la fundación sin fines de lucro, Wikimedia. Tiene tópicos de enciclopedia, almanaque y eventos actuales. Es un wiki así que Todos los usuarios registrados pueden editar y agregar segmentos en los artículos. Por lo tanto, el contenido siempre es actual y en crecimiento.  
<http://wikipedia.org/>

**Windows**

Sistema operativo desarrollado por la empresa Microsoft cuyas diversas versiones (3.1, 95, 98, NT, 2000, XP, Vista, 7) han dominado el mercado de las computadoras personales, aunque no se puede decir lo mismo del mercado de redes corporativas. Windows proporciona una interfaz estándar basada en menús desplegables, ventanas en pantalla y un dispositivo señalador como el ratón.

**Word**

Programa de la empresa Microsoft, parte del paquete de software "Office". Word es un procesador de palabras que permite la elaboración de documentos. Existe una versión gratuita de un programa similar a Microsoft Office, que es compatible con word, excel y powerpoint, creado por la empresa SUN.

**World Wide Web**

Comúnmente conocido como WWW. Es el sistema de información basado en hipertexto, cuya función es buscar y tener acceso a documentos a través de la red de forma que un usuario pueda acceder usando un navegador web. Creada a principios de los años 90 por Tim Berners-Lee, investigador en el CERN, Suiza. La información transmitida por el www puede ser de cualquier formato: texto, gráfico, audio y video.

**WYSIWYG**

La edición visual, también llamada WYSIWYG por *What You See Is What You Get* (en inglés, Lo Que Ve Es Lo Que Obtendrá), consiste en dar formato a su texto a medida que lo escribe. El editor visual va creando el código HTML "por detrás" mientras usted escribe. Tipos de letra, enlaces e imágenes se ven tal y como aparecerán en Internet, en el caso de un editor de HTML. Otros ejemplos, Microsoft Word es un procesador de palabras wysiwyg.

**XHTML**

Siglas del inglés eXtensible HyperText Markup Language. XHTML es básicamente HTML expresado como XML válido. Es más estricto a nivel técnico, pero esto permite que posteriormente sea más fácil al hacer cambios, buscar errores, etc.

**XML**

EXtensible Markup Language. Lenguaje Extensible de Marcado. Lenguaje desarrollado por el W3 Consortium para permitir la descripción de información contenida en el WWW a través de estándares y formatos comunes, de manera que tanto los usuarios de Internet como programas específicos (agentes) puedan buscar, comparar y compartir información en la red. El formato de XML es muy parecido al del HTML aunque no es una extensión ni un componente de éste.



**Yottabyte**

Unidad de información que equivale a 1000 zettabytes o  $10^{24}$  bytes (1,208,925,819,614,629,174,706,176 bytes). Símbolo YB.

**Youtube.com**

Sitio web con millones de videos que provienen de cualquiera que tenga una cámara digital en adelante. Fue adquirido por Google en 2006 por sumas astronómicas de dinero.

[Youtube.com](https://www.youtube.com)

**Zettabyte**

Un zettabyte es 2 a la 70 potencia, o 1,180,591,620,717,411,303,424 bytes. Un zettabyte son 1,024 exabytes y precede al yottabyte. Ya que un zettabyte es un tamaño tan enorme, esta unidad de medida se usa muy poco. Su símbolo es ZB.

**Zippear**

Se refiere a la acción de comprimir en un solo archivo a un grupo de archivos que por lo general se comprimen también para que ocupen el menor espacio posible en la computadora y aminore el tiempo en que se transmiten a través de Internet. El resultado final es un archivo único con extensión ".zip" el cual para poder leer tenemos que revertir el proceso, o sea descomprimirlo utilizando los mismos programas. Dentro de los programas más usados de este tipo esta WinZIP.

**Zips**

Medio externo para usar los discos de almacenamiento llamado Zip, que tenía anteriormente una de las mayores capacidades de almacenaje (100-150MB aprox) y casi del tamaño de un disquete 3.5", por ende fácil de transportar. Tuvo éxito es sus tiempos. Otros medios de almacenamiento más eficientes y de mayor capacidad a una fracción del precio, como los CD (750MB) y DVD (4-8GIG) han desplazado esta tecnología a lo obsoleto.

